

**С. В. Панченко, А. О. Каграманян, І. Д. Борзилов,
І. Е. Мартинов, Є. Р. Можейко; В. Е. Стріленко,
А. І. Феногенов**



**КОЛІСНІ ПАРИ ВАГОНІВ
МАГІСТРАЛЬНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ
КОЛІЇ 1520 (1524) мм
(конструкція, технічне обслуговування та ремонт)**



ХАРКІВ 2018

**С. В. Панченко, А. О. Каграманян, І. Д. Борзилов,
І. Е. Мартинов, Є. Р. Можейко; В. Е. Стріленко,
А. І. Феногенов**



**КОЛІСНІ ПАРИ ВАГОНІВ
МАГІСТРАЛЬНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ
КОЛІЇ 1520 (1524) мм
(конструкція, технічне обслуговування та ремонт)**



ХАРКІВ 2018

УДК 629.45/46.083

**ББК 39.24
К 384**

Колісні пари вагонів магістральних залізниць колії 1520 мм (конструкція, технічне обслуговування та ремонт): Підручник для навчальних закладів залізничного транспорту / С. В. Панченко, А. О. Каграманян, І. Д. Борзилов, І. Е. Мартинов, Є. Р. Можейко; В. Е. Стріленко, А. І. Феногенов. Під заг. ред. С. В. Панченка. – Харків: РРВ УкрДУЗТ, 2018. – с.

ISBN

У підручнику наведені типи, будова, характеристика, історії розвитку і удосконалення конструкції колісних пар та їх елементів вагонів магістральних залізниць колії 1520 мм (за винятком колісних пар спеціальних вагонів); розглянуті основні методи розрахунку елементів колісних пар на міцність та надійність; описані процеси виготовлення елементів та формування колісних пар, надані необхідні відомості щодо спрацювання і пошкодження колісних пар, причин і утворення та норми бракування; приведені вимоги та наведені приклади сучасні організації та технології технічного обслуговування та ремонту колісних пар.

Призначено для студентів навчальних закладів залізничного транспорту, а також для навчання та підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників експлуатаційних та ремонтних підприємств вагонного господарства.

Рекомендовано вченою радою Українського державного університету залізничного транспорту як підручник (протокол № 2 від 28 лютого 2017 р.)

Автори: С. В. Панченко – розділ 6 (п. 6.4); А. О. Каграманян (розділ 10); І. Е. Мартинов – розділи 2, 3 (крім пп. 3.3, 3.7) І. Д. Борзилов (розділи 4, 5, 8); Є. Р. Можейко – розділ 1, 3 (пп. 3.3, 3.7); В. Е. Стріленко (розділи 9, 11); А. І. Феногенов – розділ 6 (крім п. 6.4). Під заг. ред. С. В. Панченка.

Рецензенти: д.т.н., професор кафедри "Вагони та вагонне господарство ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна С. В. Мямлін, д.т.н., завідувач кафедри "Вагони та вагонне господарство" ДЕГУТ М. Б. Кельріх, д.т.н., професор кафедри "Електричний транспорт та тепловозобудування" НТУ "ХПІ" В. Г. Маслієв, начальник Департаменту вагонного господарства ПАТ "Укрзалізниця" О. І. Мотін.

**УДК 629.45/46.
ББК 39.24**

ISBN

© С. В. Панченко, А. О. Каграманян, І. Д. Борзилов, І. Е. Мартинов, Є. Р. Можейко; В. Е. Стріленко, А. І. Феногенов
© РРВ УкрДУЗТ, 2018

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	8
1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО КОНСТРУКЦІЮ КОЛІСНИХ ПАР.....	10
1.1. Призначення колісних пар.....	10
1.2. Історія розвитку конструкції колісних пар.....	12
1.3. Класифікація і будова колісних пар вагонів.....	14
1.4. Колісні пари розсувного типу.....	28
1.5. Колісні пари з бандажними колесами.....	38
1.6. Інші типи колісних пар.....	40
1.7. Конструкції, типи та розміри вагонних осей.....	43
1.8. Колеса, їх призначення і типи.....	57
2. ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВОК ОСЕЙ І СУЦІЛЬНОКАТАНИХ КОЛІС.....	72
2.1. Процес виготовлення заготовок осей.....	72
2.2. Механічна обробка чорнових осей.....	75
2.3. Виготовлення суцільнокатаних коліс.....	79
2.4. Остаточна обробка різанням коліс.....	82
3. РОЗРАХУНОК КОЛІСНИХ ПАР НА МІЦНІСТЬ.....	85
3.1. Навантаження, що діють на колісні пари вагонів.....	85
3.2. Завантаженість розрахункових перерізів осі.....	93
3.3. Оцінювання міцності вагонної осі.....	95
3.4. Оцінювання надійності вагонної осі.....	97
3.5. Умовний метод розрахунку на міцність осі колісної пари.....	99
3.6. Стійкість колісної пари проти сходу з рейок.....	103
3.7. Використання методу скінченних елементів для оцінювання міцності вагонного колеса.....	105
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕФЕКТІВ І ПРИЧИН ЇХ УТВОРЕННЯ В ЕЛЕМЕНТАХ КОЛІСНИХ ПАР.....	107
4.1. Загальні положення.....	107
4.2. Зноси коліс та осей.....	108
4.3. Термомеханічні пошкодження коліс та осей.....	118
4.4. Механічні пошкодження, що викликають деформацію та порушення складання колісних пар..	120
4.5. Порушення суцільності металу експлуатаційного походження.....	128

4.6. Порушення суцільності металу технологічного походження.....	131
4.7. Руйнування у вигляді викришування металу і відколювання окремих частин.....	136
4.8. Руйнування у вигляді зламу.....	141
4.9. Порушення геометричних параметрів.....	144
4.10. Порушення відхилення форми та розташування поверхонь.....	147
5. НОРМИ БРАКУВАННЯ І МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІСНИХ ПАР І ЇХНІХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	151
5.1. Норми бракування і методи відновлення коліс.....	151
5.2. Норми бракування і методи відновлення осей.....	163
5.3. Норми бракування і методи відновлення колісних пар.....	173
5.4. Аналіз причин відчеплень вагонів через дефекти колісних пар.....	176
6. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ.....	182
6.1. Загальна характеристика технічного обслуговування колісних пар вагонів.....	182
6.2. Вимоги, що висуваються до колісних пар в експлуатації.....	184
6.3. Технічне обслуговування колісних пар під вагонами.....	189
6.4. Автоматизація контролю дефектів колісних пар в експлуатації.....	192
6.5. Порядок заміни несправних колісних пар вагонів....	198
7. ПІДГОТОВКА КОЛІСНИХ ПАР ДО РЕМОНТУ.....	207
7.1. Вхідний контроль колісних пар до ремонту.....	207
7.2. Організація робіт з підготовки до ремонту в колісному парку.....	209
7.3. Очищення та обмивання колісних пар.....	215
7.4. Неруйнівний контроль елементів колісних пар.....	225
8. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ.....	251
8.1. Принципи організації виробничого процесу.....	251
8.2. Загальна характеристика видів ремонту колісних пар вагонів.....	257

8.3. Виробнича структура підрозділів з ремонту колісних пар.....	263
8.4. Розміщення технологічних дільниць (відділень) та обладнання в колісних підрозділах підприємств.....	265
8.5. Оснащення колісних дільниць (цехів) підйомно-транспортними засобами.....	275
9. РЕМОНТ ЕЛЕМЕНТІВ КОЛІСНИХ ПАР.....	288
9.1. Механічна обробка ободів коліс.....	288
9.2. Відновлення спрацьованих елементів колісних пар..	293
9.3. Відновлення металізацією шийок осей.....	297
9.4. Шляхи збільшення надійності й довговічності колісних пар.....	299
10. ФОРМУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР.....	302
10.1. Вимоги до формування колісних пар.....	302
10.2. Розпресовування колісних пар.....	308
10.3. Обробка осей і маточин коліс під запресовування...	312
10.4. Запресовування колісних пар.....	318
11. ВИХІДНИЙ КОНТРОЛЬ, МАРКУВАННЯ ТА ФАРБУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР.....	323
11.1. Вимоги, що висуваються до колісних пар при випуску вантажних вагонів із ремонту.....	323
11.2. Вимоги, що висуваються до колісних пар при випуску пасажирських вагонів із ремонту.....	324
11.3. Маркування.....	325
11.4. Фарбування.....	332
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	334
ДОДАТОК 1.....	342
ДОДАТОК 2.....	357

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСДК-Б	– автоматизована система дистанційного контролю букс
АСТК	– автоматизована система технічного контролю коліс
ВАТ «ТВЗ»	– открытое акционерное общество "Тверской вагоностроительный завод"
ВКМ	– вагонні колісні майстерні
ВНИИЖТ	– Всесоюзний науково-дослідний інститут залізничного транспорту
ВРЗ	– вагоноремонтний завод
ДДК	– детектор дефектних колісних пар
ДКАУ	– Державне космічне агентство України
ДМетІ	– Дніпропетровський металургійний інститут
ЄТР	– єдина технічна ревізія пасажирських вагонів
ІТМ НАНУ	– інститут технічної механіки Національної академії наук України
КТСМ	– система комплексного контролю стану ходових частин
МСЕ	– метод скінченних елементів
ОсВ	– осьова вагонна сталь
ПАТ «УЗ»	– Публічне акціонерне товариство "Укрзалізниця"
ПАТ «КВБЗ»	– Публічне акціонерне товариство "Крюківський вагонобудівний завод"
ПОНАБ	– прилад виявлення нагрітих аварійних букс
ПР	– поточний ремонт пасажирських вагонів
ПТО	– пункт технічного обслуговування вантажних вагонів
РКП	– розсувна колісна пара

РУ	– роликів уніфікована вісь
РУ1	– роликів уніфікована вісь на тепловій посадці внутрішніх кілець підшипників з торцевим кріпленням гайкою
РУ1Ш	– роликів уніфікована вісь на тепловій посадці внутрішніх кілець підшипників з торцевим кріпленням пружною шайбою
СЕМ	– скінченно-елементна модель
ТО	– технічне обслуговування вантажних вагонів
ТОВ-1	– технічне обслуговування з відчепленням на пунктах підготовки вантажних вагонів до перевезень
ТОВ-2	– технічне обслуговування з відчепленням вантажних вагонів на спеціалізованих пунктах
ТРКП	– текстурно-редукторний карданний привод
УВЗ	– Уральський вагонобудівний завод
УкрДУЗТ	– Український державний університет залізничного транспорту
ЦВ	– Департамент вагонного господарства ПАТ "Укрзалізниця"
ЦЛ	– Департамент пасажирських перевезень далекого сполучення ПАТ "Укрзалізниця"

ВСТУП

Колісні пари є найбільш важливими елементами конструкції вагона, оскільки вони відповідають за рух і його безпеку.

Безпека руху залізничного рухомого складу залежить від надійності колісних пар, яка характеризується спроможністю безвідмовної їх роботи в складних умовах експлуатації.

На колісну пару впливають зовнішні змінні статичні та динамічні навантаження і постійні діючі сили, обумовлені натягом коліс на підматочинні частини осі і роликів підшипників на шийку осі, внаслідок чого утворюються дефекти на колісній парі. Великий вплив на умови роботи колісної пари мають швидкості руху поїздів, збільшення яких призводить до динамічного перевантаження колісних пар.

Надійність колісних пар переважно залежить від конструкції, технології виготовлення та ремонту колісної пари, а також від якості виконання технічного обслуговування.

Конструкція колісних пар впливає на плавність ходу, величину сил, що виникають при взаємодії вагона та колії, а також опір руху поїзда.

Для відновлення та підтримання заданого рівня працездатності колісної пари призначена планово-попереджувальна система обслуговування та ремонту. За "Правилами технічної експлуатації залізниць України" [44], кожна колісна пара повинна відповідати вимогам нормативно-технічної документації, виконання якої обов'язкове для всіх працівників, пов'язаних з оглядом, обстеженням, ремонтом, формуванням і підкочуванням колісних пар під вагони. Розміри колісних пар і їхніх елементів при експлуатації, ремонті та формуванні повинні відповідати установленим нормативно-технічною документацією нормам, кресленням і вимогам стандартів.

Протягом експлуатації колісні пари вагонів підлягають поточному, середньому та капітальному ремонту. При цьому необхідно дотримання порядку і терміну проведення ремонтів колісних пар; норм і вимог, яким колісні пари повинні відповідати при ремонті, формуванні та підкочуванні під вагони.

Передові методи своєчасного виявлення дефектів колісних пар під час руху поїздів є основою попередження аварій рухомого складу.

Якість і ефективність формування та ремонту колісних пар, технічного обслуговування в процесі експлуатації багато в чому залежать від виконавців та організаторів виробництва, від їх знань передової технології та прогресивних методів праці.

У даному підручнику здійснена спроба узагальнити найбільш важливі питання конструкції, виробництва, експлуатації та ремонту колісних пар залізничних вагонів. На підставі існуючої класифікації дефектів і видів робіт щодо технічного утримання колісних пар наведено основи технології та організації обстеження і ремонту колісних пар у відповідних підрозділах вагонних депо, вагоноколісних майстернях і вагоноремонтних заводах.

Автори сподіваються, що книга буде корисною для інженерно-технічних працівників, пов'язаних з експлуатацією, ремонтом і формуванням колісних пар.

1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО КОНСТРУКЦІЮ КОЛІСНИХ ПАР

1.1. Призначення колісних пар

Колісні пари належать до ходових частин рухомого складу і є одними з найвідповідальніших елементів вагона, що забезпечують безпеку руху. Вони призначені для спрямування руху вагона по рейковій колії, а також сприймають всі навантаження, що передаються при їх обертанні від вагона на рейки та у зворотному напрямі.

Спрямування руху рухомого складу здійснюється за рахунок особливостей профілю кочення коліс, якими укомплектована колісна пара. Вписування в криві ділянки колії великих радіусів (500 м і більше) здійснюється за рахунок різниці діаметрів коліс по колах кочення колісної пари, яка виникає при зміщенні упоперек колії. Ця різниця обумовлена тим, що поверхня кочення коліс не циліндрична, а конічна (або утворена обертанням деякої кривої навколо осі колісної пари). При зміщенні колісної пари упоперек колії, наприклад праворуч, збільшується радіус кочення правого колеса, а лівого – зменшується. У цьому випадку забезпечується стійкий рух коліс рухомого складу на шляху прямування і вписування в пологі криві, що не супроводжується інтенсивним спрацьовуванням коліс і рейок. При проходженні кривих малого радіуса колісна пара спрямовується силами, що виникають у зоні контакту внутрішньої бокової поверхні рейки і гребеня зовнішнього колеса. Сили, що діють у контакті колеса і рейки і направляють рух вагонів, називаються силами крипу. Вони обумовлені тим, що колеса і рейки – не абсолютно тверді, а пружно-пластичні тіла. У контакті спостерігаються мікродеформації рейки і колеса. Це визначає поступове наростання сили крипу зі зростанням відносного проковзування колеса по рейці.

Колісні пари працюють у складних умовах експлуатації. Вони повинні забезпечувати високу надійність, оскільки від них багато в чому залежить безпека руху поїздів. Тому при проектуванні, виготовленні та утриманні в експлуатації до колісних пар висуваються особливі, підвищені вимоги

Державних стандартів, Правил технічної експлуатації залізниць [44], Стандарту ПАТ "Українська залізниця" "СТП 04-001:2015. Колісні пари вантажних вагонів. Правила технічного обслуговування, ремонту та формування" [50], а також інших нормативних документів [34, 42, 45-49, 50].

Конструкція і технічний стан колісних пар впливає на плавність ходу, величину сил, що виникають при взаємодії вагона та колії, і опір руху поїздів.

Колісна пара вагона повинна задовольняти такі основні вимоги:

- забезпечувати достатню міцність, маючи при цьому мінімальну необресорену масу (з метою зниження тари рухомого складу і зменшення безпосередньої дії на рейкову колію і елементи вагона при проходженні нерівностей рейкової колії);

- мати деяку пружність, що забезпечує зниження рівня шуму і пом'якшення поштовхів, що виникають при русі вагона по рейковій колії;

- сумісно з буксовими вузлами забезпечувати якомога менший опір при русі вагона і якомога більший опір зносу елементів, що зазнають спрацьовування в експлуатації.

Колісна пара складається з осі 1 і двох укріплених на ній коліс 2 (рис. 1.1).

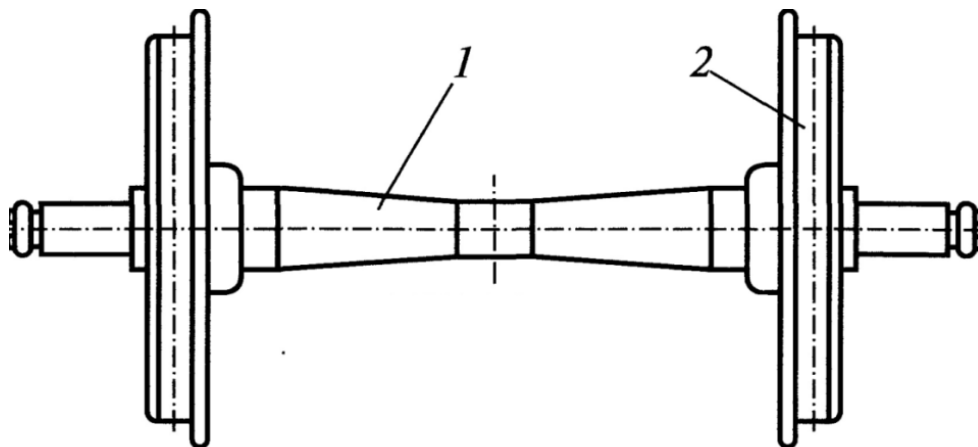


Рис. 1.1. Колісна пара без буксових вузлів

Тип колісної пари визначається типом осі та діаметром коліс, а також конструкцією підшипника та способом його кріплення на шийці осі. Крім того, розміри осей можуть відрізнятися залежно від величини розрахункового навантаження.

1.2. Історія розвитку конструкції колісних пар

Розвиток і вдосконалення конструкції колісних пар тісно пов'язані з розвитком рейкового транспорту в цілому, оскільки колісна пара є невід'ємною частиною будь-якого транспортного засобу.

Створенню перших рейкових залізниць передували так звані лежневі шляхи, які виникли в гірській і металургійній промисловості Західної Європи у XVII столітті. Лежнями були дерев'яні напрямні, по яких пересувалися вагонетки. Колеса вагонеток також були дерев'яними або мали сталевий бандаж. На поверхні кочення коліс виконувалося жолобчасте заглиблення, яке перешкоджало сходу воза з лежневого шляху. Надалі для підвищення міцності і терміну служби колеса і напрямних рейок їх починали виготовляти з чавуну.

У 1776 році англійський винахідник Джессоп запропонував виготовляти колеса з "ребордою", яка запобігала сходу коліс з рейок. Цей винахід по суті є прототипом сучасних гребневих коліс.

Велика увага до міцності та надійності колісних пар приділялася при створенні перших вагонів. Нормальна вісь до 1892 року виготовлялася порожнистою, мала діаметри шийки, підматочинної та середньої частин відповідно до 100, 135 і 126 мм. Із збільшенням вантажопідйомності і тари вагонів, швидкостей руху поїздів зростали навантаження, що діяли на колісні пари. Це обумовило необхідність підсилення їхніх елементів. У результаті зростали діаметри осей, удосконалювалися конструкції коліс і підвищувалася міцність посадки їх на вісь.

Досить тривалий час колісні пари оснащували в основному бандажними колесами, що складаються з колісного центра, бандажа і елементів, що його зміцнюють. До 1892 року застосовували колеса (рис. 1.2), центри яких були дерев'яними (колеса Мензеля), їх виготовляли з дерева твердих порід. У

колісному центрі розміщувався дерев'яний диск 2, що складався з шістнадцяти секторів, виготовлених із тікового дерева. Він знаходився між бандажем 1 і маточиною 3, був скріплений з ними за допомогою кілець 4 і 5, стягнутих болтами 6.

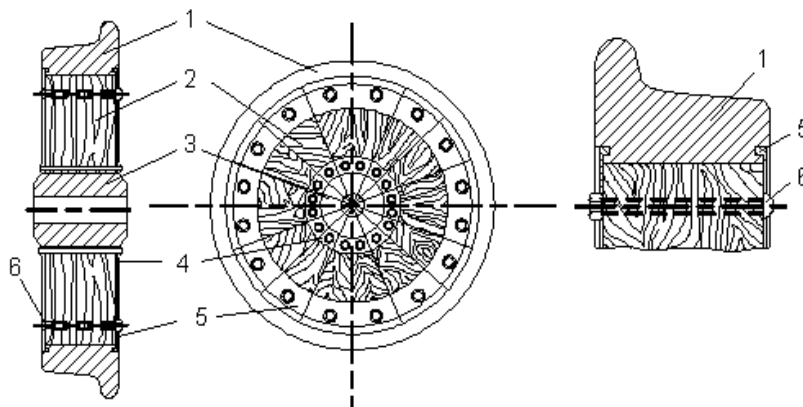


Рис. 1.2. Колесо з дерев'яним центром

Такі колеса мали безшумний і порівняно спокійний хід, пом'якшували вертикальні поштовхи. Проте внаслідок усихання дерева в процесі експлуатації болти слабшали, це порушувало безпеку руху поїздів і призводило до необхідності постійного спостереження за станом кріплення. Тому колеса з дерев'яними центрами (колеса Мензеля) вилучили з експлуатації.

Також відомий досвід застосування колісних пар з колесами бандажного типу, які виготовлялися з пресованого картону, а бандаж і маточина були сталевими. Колісні пари такої конструкції використовувалися в США в пасажирських вагонах.

До 1900 року поширення набули ковани центри. Потім використовувались литі спицеві, дискові сталеві і чавунні центри. Серед безбандажних коліс високою міцністю та невеликою вартістю відрізнялися колеса Гриффіна (США), які виготовляли з чавуну з твердим (вибіленим) ободом. У 1948 році виготовлення чавунних центрів було припинено внаслідок великої маси, малої міцності і частих пошкоджень при формуванні колісних пар. Припинилося також виготовлення спицевих центрів через нерівномірну жорсткість обода і послаблення з'єднання з бандажем, а також завихрення повітря при русі. Завихрення повітря викликало потрапляння піску на поверхню ходових частин, що труться, а також підвищений знос і задирки металу.

У 1931 році був здійснений перехід від бандажних коліс до більш досконаліх безбандажних, який завершився в 70-х роках ХХ століття. У 1953 році було також припинено виробництво чавунних коліс, оскільки на них часто з'являлися вищербини, раковини і відколи, що створювали загрозу безпеці руху поїздів і скорочували термін їх служби. Надійнішими в експлуатації зарекомендували себе сталеві литі колеса. З 1935 року було організовано виробництво суцільнокатаних коліс, які мають істотні переваги перед литими. З роками суцільнокатані колеса удосконалювалися і набули поширення.

У конструкції сучасного залізничного рухомого складу знайшли своє застосування колісні пари різноманітних конструкцій із застосуванням цілісних і порожнистих осей, а також суцільнокатаних і бандажних коліс.

1.3. Класифікація і будова колісних пар вагонів

1.3.1. Класифікація колісних пар

Колісні пари можна класифікувати за конструктивними особливостями, а також за використанням у різних типах залізничного рухомого складу. За місцем використання колісні пари можна умовно розділити на такі групи:

- вагонні;
- моторвагонні;
- локомотивні;
- спеціальний самохідний рухомий склад (колійна техніка).

За конструктивними особливостями колісні пари можна класифікувати так:

1. За конструктивними особливостями осі колісної пари:

- укомплектовані цілісною віссю;
- укомплектовані порожнистою віссю.

2. За типами коліс, що використовуються:

- з суцільнокатаними колесами;
- з бандажними колесами.

3. Залежно від типу з'єднання колеса з віссю:

- жорсткої посадки;
- нежорсткої посадки.

4. За типом спирання рами візка на колісну пару:
- з обпиранням на кінцеві частини осі;
 - з обпиранням на середню частину колісної пари (між колесами).
5. Залежно від наявності корпусів букс у буксових вузлах:
- з роликівими підшипниками в корпусах букс;
 - з роликівим підшипником, напресованим на шийку осі без корпусу букси (із застосуванням адаптера).
6. Залежно від використання гальмівного устаткування:
- колісна пара з гальмівним диском (або декількома дисками), жорстко закріпленим на осі;
 - типова колісна пара, призначена для застосування у візках з натисненням гальмівних колодок на поверхню кочення колеса;
 - колісні пари з розташованими на бокових поверхнях колеса гальмівними дисками.
7. За наявністю приводного пристрою на колісній парі:
- неприводні;
 - приводні (локомотивні, моторвагонні).
8. Залежно від застосування на колії різної ширини, а також наявності можливості зміни відстані між гребенями коліс (розсувні колісні пари) для використання на колії різної ширини без заміни ходових частин.

1.3.2. Колісні пари за ГОСТ 4835-80

Тип колісної пари визначається типом осі і діаметром коліс. Колісні пари виготовляються за ГОСТ 4835-80 [39] і складаються з осі і двох коліс, жорстко напресованих на вісь (рис. 1.3).

Для вагонів магістральних залізниць широкої колії, окрім вагонів електрорухомого складу, випускаються два типи колісних пар: РУ1-950 та РУ1Ш-950 (РУ – роликів уніфікована, Ш – кріплення підшипників приставною шайбою). У колісних парах РУ1-950 кріплення буксових підшипників на шийці осі виконано за допомогою корончатої гайки М110×4, а в колісних парах РУ1Ш-950 – за допомогою шайби та чотирьох болтів М20.

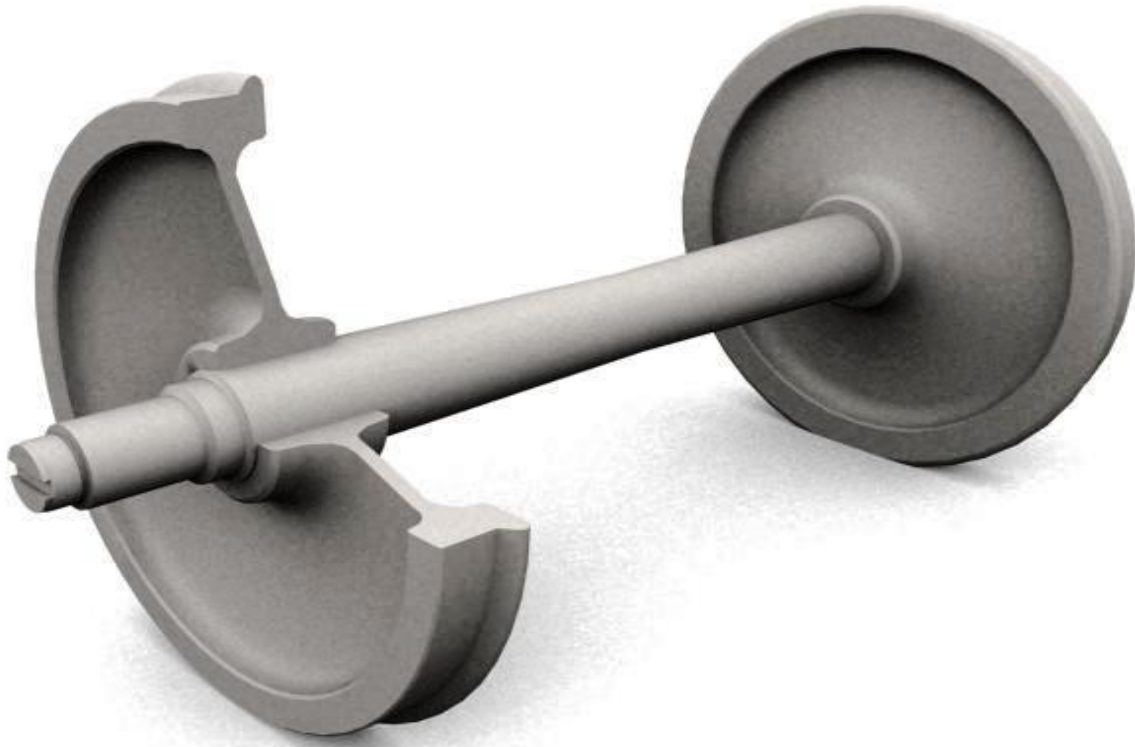


Рис. 1.3. Типова колісна пара за ГОСТ 4835-80

У 50-60-ті роки ХХ століття виготовлялися та використовувалися на залізницях колісні пари РУ-950 і РУ-1050. Основною відмінністю цих колісних пар від зазначених раніше є збільшений (до 135 мм) діаметр шийки для забезпечення можливості використання буксових роликів підшипників на втулковій посадці. Колісна пара РУ-1050 мала також збільшений діаметр кола кочення колеса (1050 мм). Кріплення підшипників на шийці осі в цих колісних пар також здійснювалось за допомогою корончатої гайки М110×4.

Колісна пара типу Ш-950 була призначена для використання підшипників ковзання. Колісні пари типу РУ-1050 та Ш-950 вже не виготовляються і не використовуються.

Основні типи колісних пар вагонів наведено в табл. 1.1.

Основні типи колісних пар

Тип колісної пари	Тип осі	Діаметр колеса, мм	Тип підшипника на колісній парі	Сфера застосування
РУ1-950	РУ1	950	Кочення	На всіх вантажних і пасажирських вагонах будови після 1963 року
РУ1Ш-950	РУ1Ш	950	Кочення	На всіх вантажних і пасажирських вагонах будови з 1979 року
РУ-950	РУ	950	Кочення	На всіх вантажних і пасажирських вагонах будови до 1964 року
РУ-1050	РУ	1050	Кочення	На пасажирських вагонах будови до 1959 року
Ш-950	Ш	950	Ковзання	На чотиривісних вантажних вагонах

Діаметри шийок осей 3, 4, підматочинної 5 та середньої частин 6 осі (рис. 1.4) визначаються виходячи з розрахункового навантаження.

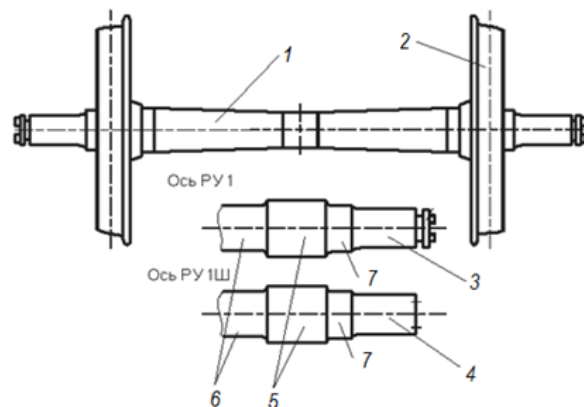


Рис. 1.4. Основні елементи колісної пари

Між шийками 3, 4 та підматочинними частинами 5 знаходяться передпідматочинні частини 7, призначені для розміщення деталей задніх ущільнюючих пристроїв букс, а також зниження концентрації напружень у перехідних перерізах від підматочинних частин до шийок осі.

У місцях зміни діаметрів для зниження концентрації напружень є плавні сполучення – галтелі, виконані певними радіусами.

На підматочинних частинах 5 міцно закріплюються колеса 2. На шийках 3, 4 розміщуються підшипники.

Колісні пари, призначені для експлуатації з роликівими підшипниками, розрізняють між собою за конструкцією торцевого кріплення роликівих підшипників на шийці осі: з нарізною частиною для нагвинчування корончатої гайки М110×4 або за допомогою приставної шайби. У цьому випадку на торцях осі виконуються отвори з нарізанням різьби. Подібне кріплення може існувати у двох варіантах: з трьома або чотирма болтами.

Колісні пари з формою шийки 3 позначають РУ1, а з формою шийки 4 – РУ1 - Ш. Колісні пари РУ-950 та РУ-1050 з діаметром шийки осі 135 мм виключено з експлуатації.

Для безпечного руху вагона по рейках колеса на вісь міцно запресовують у холодному стані з дотриманням строго певної відстані між ними. Відстань між внутрішніми гранями коліс складає для нових колісних пар, призначених для швидкостей руху: до 120 км/год – 1440^{+2}_{-1} , понад 120, але не більше 160 км/год – $(1440+1)$ мм. Нижнє відхилення зменшене до мінус 1 мм для кращої взаємодії колісної пари з елементами стрілочного переводу. Колеса, запресовані на одну вісь, не повинні мати різниці по колу кочення більше 1 мм.

1.3.3. Колісні пари за ДСТУ ГОСТ 4835-2008

За ДСТУ ГОСТ 4835:2008 [36] встановлено п'ять типів колісних пар з осями типів РУ1Ш і РВ2Ш і колесами діаметром по колу кочення 957 мм залежно від типу вагона і максимального розрахункового статичного навантаження від колісної пари на рейки (табл. 1.2).

Основним типом колісних пар є конструкція з суцільнокатаними колесами діаметром по колу кочення 950 мм. Для вагонів нового покоління діаметр коліс дорівнює 957 мм.

Таблиця 1.2

Основні типи колісних пар за ДСТУ ГОСТ 4835-2008

Тип колісної пари	Тип вагона	Конструкційна швидкість вагона, км/год	Максимальне розрахункове статистичне навантаження від колісної пари на рейки, кН (тс)
РУ1Ш-957-Г	Вантажний	120	230,5 (23,5)
РУ1Ш-957-П	Пасажирський	160	176,6 (18,0)
РУ1Ш-957-Э	Немоторний електропоїзд	130	186,4 (19,0)
РУ1Ш-957-Д	Немоторний дизель-поїзд	130	186,4 (19,0)
РВ2Ш-957-Г	Вантажний	120	245,2 (25,0)

Щоб не допустити виникнення нерівномірної передачі навантаження на колеса та рейки, різниця розмірів від торця осі до внутрішньої грані обода колеса допускається не більше 3 мм. Різниця діаметрів коліс однієї колісної пари не повинна перевищувати 1 мм для запобігання одностороннього спрацьовування гребенів коліс і недопущення підвищеного опору руху вагона.

З метою зменшення інерційних зусиль у колісних парах швидкісних вагонів виконують динамічне балансування: для швидкостей 140÷160 км/год допускається дисбаланс не більше 6 Н·м; для швидкостей 160÷200 км/год – не більше 3 Н·м.

З ДСТУ ГОСТ 4835-2008 виключено осі РУ1 з торцевим кріпленням підшипників гайкою М110×4. Кріплення підшипників на осі РУ1Ш та РВ2Ш здійснюється шайбою, яка кріпиться до осі за допомогою трьох або чотирьох болтів.

1.3.4. Колісна пара з гальмівними дисками

Ця колісна пара (рис. 1.5) складається з осі 1 і двох жорстко закріплених коліс 2 і гальмівних дисків 3. Залежно від швидкості руху та необхідного гальмівного зусилля на вісь може встановлюватися різна кількість гальмівних дисків.

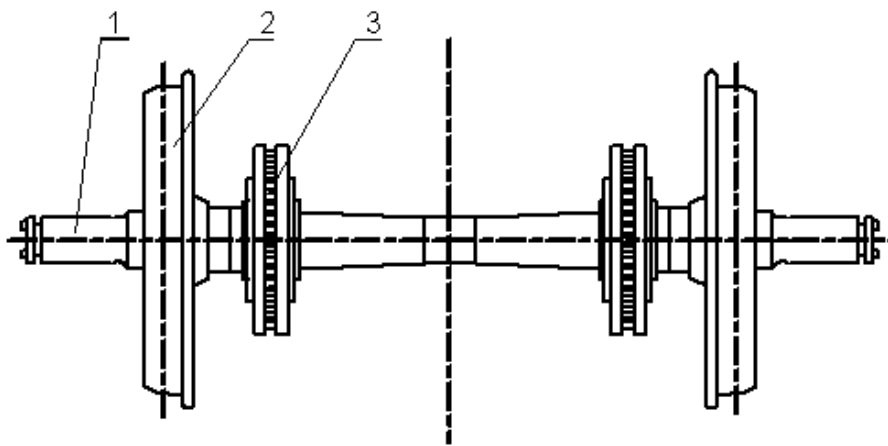


Рис. 1.5. Колісна пара з гальмівними дисками

Колісні пари такого типу застосовуються при високих швидкостях руху та інтенсивному гальмуванні. Перевагою цієї конструкції порівняно з типовими колісними парами є зменшене спрацьовування поверхні кочення коліс, можливість роботи при інтенсивних режимах гальмування, відсутність термічних дефектів, які виникають при натисненні гальмівних колодок на поверхню кочення коліс.

1.3.5. Колісна пара моторного вагона

Колісна пара моторного вагона (рис. 1.6) складається з осі 5 і двох бандажних коліс 6 з литими колісними центрами, спицями 2 і бандажами 1. Один колісний центр має подовжений фланець 7, до якого прецизійними болтами кріпиться фланець зубчастого колеса 3 редуктора. Редуктор встановлюється на підшипнико-редукторному вузлі 4.

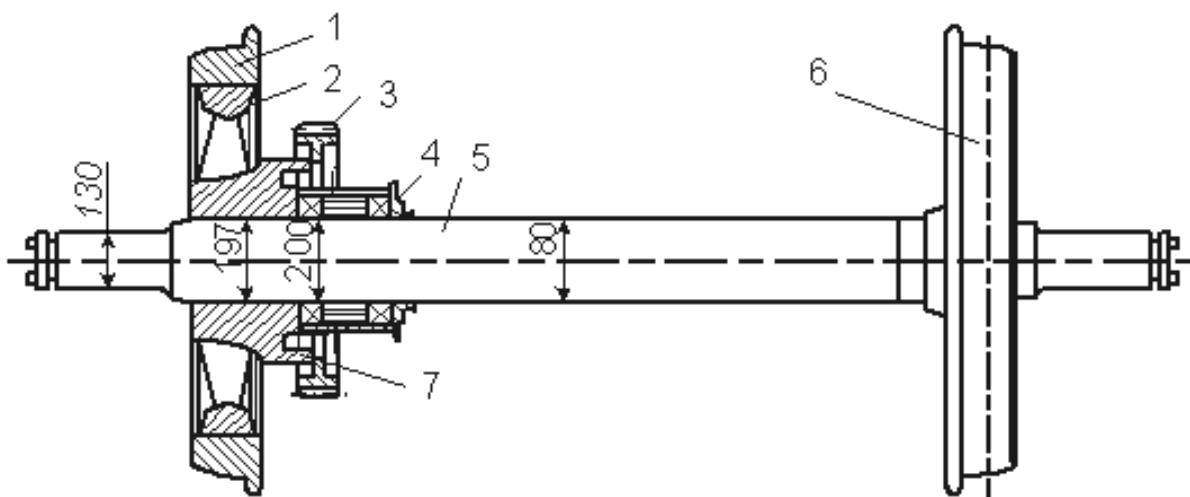


Рис. 1.6. Колісна пара моторного вагона

Колісні пари такого типу застосовуються в пасажирських моторвагонних поїздах, електро- і дизель-поїздах, поїздах метро і трамваях. Застосування таких колісних пар у моторних вагонах сприяє рівномірному розподілу тягового зусилля по всій довжині состава.

1.3.6. Колісні пари вантажних вагонів

У вантажних вагонах залізниць використовуються колісні пари РУ1Ш-957-Г, РВ2Ш-957-Г за ДСТУ ГОСТ 4835:2008 [36] (рис. 1.7) і РУ1-950 за ГОСТ 4835-80 [39] (рис. 1.8).

Колісна пара типу РВ2Ш-957-Г (рис. 1.7) складається з осі типу РВ2Ш з торцевим кріпленням підшипників передньою кришкою і трьома болтами М24 (або чотирма болтами М20) і коліс суцільнокатаних зі сталі марок 2 або Т за ДСТУ 10791-2006.

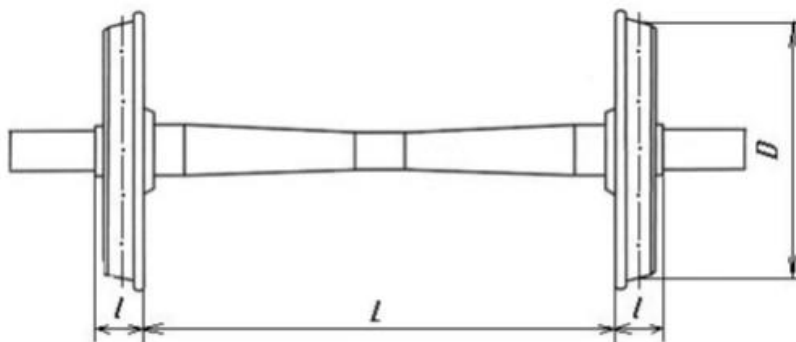


Рис. 1.7. Колісні пари РУ1Ш-957-Г, РВ2Ш-957-Г

Колісна пара типу РУ1-950 (рис. 1.8) призначена для експлуатації з навантаженням від осі на рейки 230,5 кН (23,5 тс).

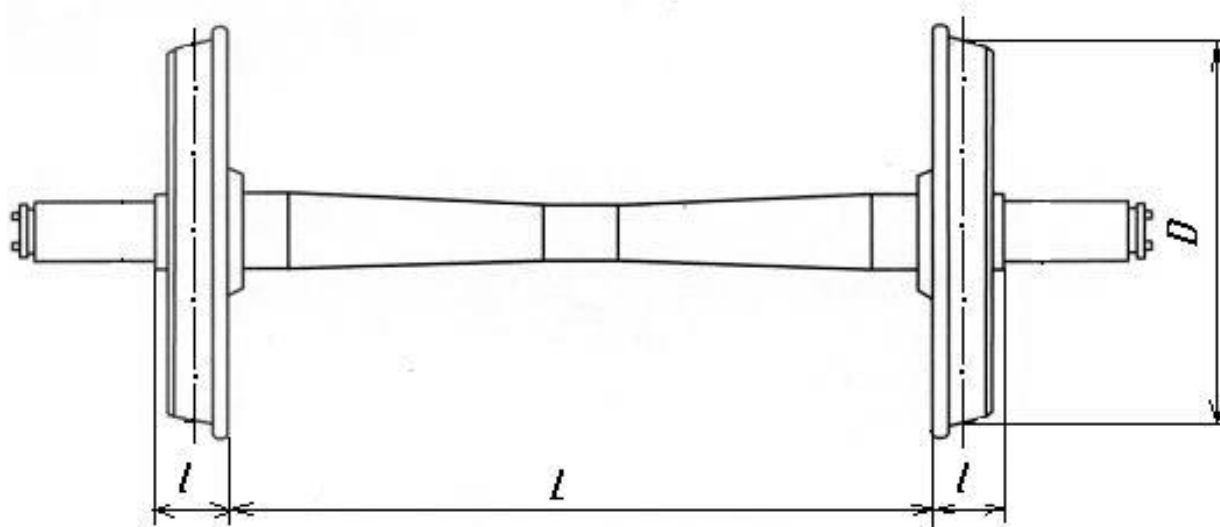


Рис. 1.8. Колісна пара РУ1-950

Вона складається з осі типу РУ1 за ГОСТ 22780-93 з торцевим кріпленням підшипників гайкою М110×4 і коліс суцільнокатаних зі сталі марок 2 або Т за ДСТУ 10791:2006. Основні характеристики колісних пар вантажних вагонів подано в табл. 1.3.

Якщо колеса, укріплені на одній осі, будуть мати різницю діаметрів кіл кочення більше, ніж зазначена в табл. 1.3, це може призвести до перекосів і ковзань колісної пари, що підвищує опір руху, викликає нерівномірний і збільшений знос поверхонь кочення коліс і скручування осі.

Таблиця 1.3

Основні розміри колісних пар, сформованих з нових елементів (нова вісь і нові колеса)

Тип колісної пари	Значення, мм
Відстань між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс L в одній колісній парі	1440^{+2}_{-1}
Різниця відстаней між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс в одній колісній парі, виміряна в чотирьох точках, розташованих у двох взаємоперпендикулярних площинах, не більше	1,5
Різниця діаметрів коліс по колу кочення D в одній колісній парі, не більше:	
- при відновленні профілю поверхні кочення коліс;	0,5
- без відновлення профілю поверхні кочення коліс	1
Різниця відстаней від торців передпідматочинних частин осі до внутрішніх бокових поверхонь ободів коліс l з одного і другого боку колісної пари, не більше	3
Відхилення осі кіл кочення коліс відносно осі базової поверхні, не більше	1,0

1.3.7. Колісні пари пасажирських вагонів

Типи, основні параметри і розміри колісних пар наведено в табл. 1.4 і на рис. 1.9 – 1.17.

Таблиця 1.4

Розміри колісних пар пасажирських вагонів

Тип колісної пари	Конструкційна швидкість, км/год	Максимальне статичне навантаження кН (тс)	Тип гальм	Відстань між внутрішніми боковими поверхнями обоів коліс (L) в одній колісній парі	Різниця відстаней між внутрішніми боковими поверхнями обоів коліс в одній колісній парі, не більше, мм	Різниця діаметрів коліс по колу кочення (D) в одній колісній парі, не більше:	Різниця відстаней від точинних частин осі до внутрішніх бокових поверхнь обоів коліс (l) з одного і другого боку колісної пари, не більше	Відхилення осі кіл кочення коліс відносно осі базової поверхні, не більше
РУ1-950-П	160	176,6 (18,0)	Колодковий	1440 ⁺² ₋₁	1,5	1	3	1,0
РУ1Ш-957-П	160	176,6 (18,0)		1440 ⁺² ₋₁	1,5	1	3	1,0
РВ1Ш-957-П	160	176,6 (18,0)	Дисковий	1440 ⁺² ₋₁	1,5	1	3	1,0
РВ3Ш-957-П	160	176,6 (18,0)		1440 ⁺² ₋₁	1,5	1	3	1,0

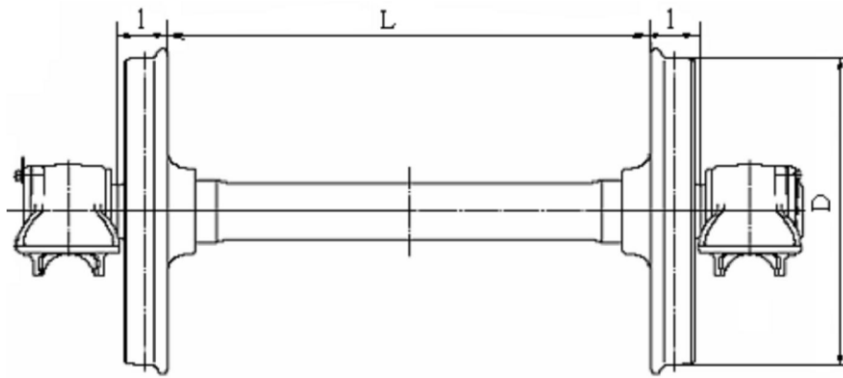


Рис. 1.9. Колісна пара РУ1-950-П або РУ1Ш-957-П з буксовими вузлами

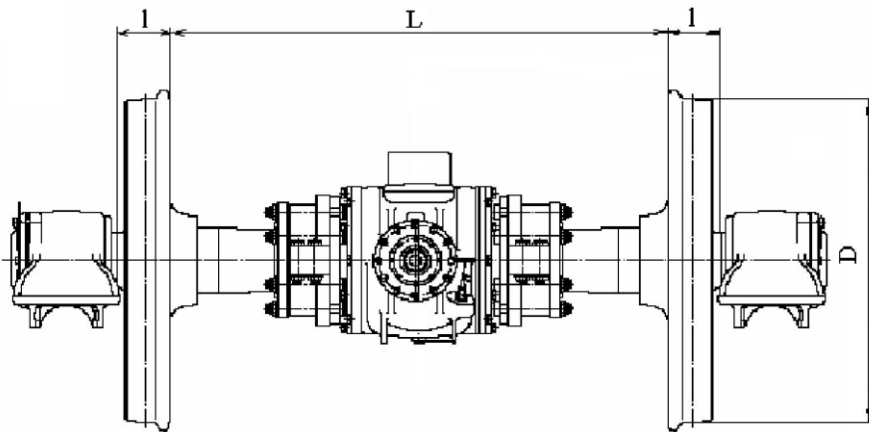


Рис. 1.10. Колісна пара РУ1-957-П або РУ1Ш-957-П з буксовими вузлами та редуктором

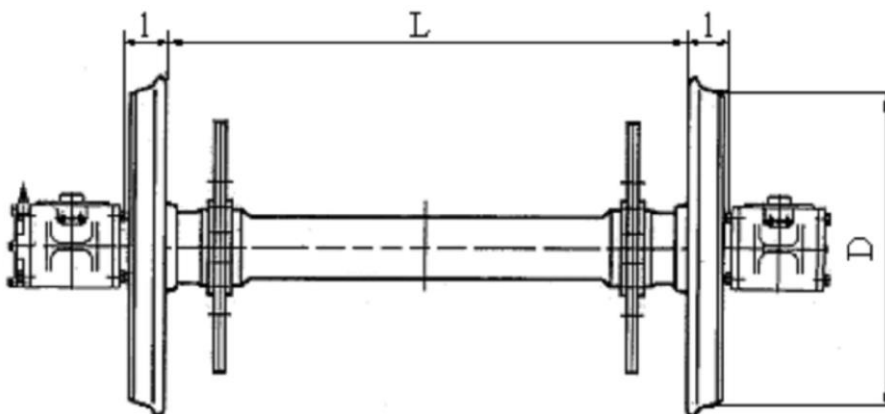


Рис. 1.11. Колісна пара РУ1Ш-957-П з буксовими вузлами та гальмівними дисками виробництва ВАТ «ТБЗ»

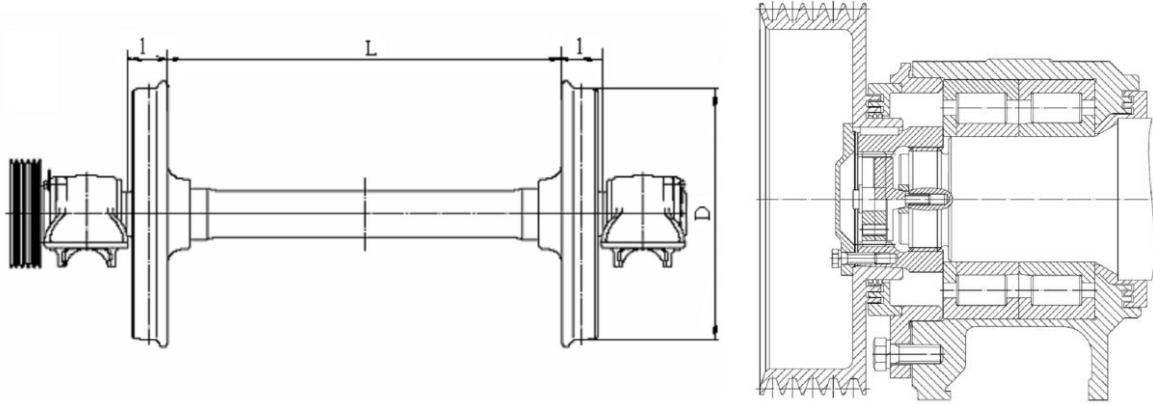


Рис. 1.12 Колісна пара РУ1-950-П з буксовими вузлами та ведучим шківом

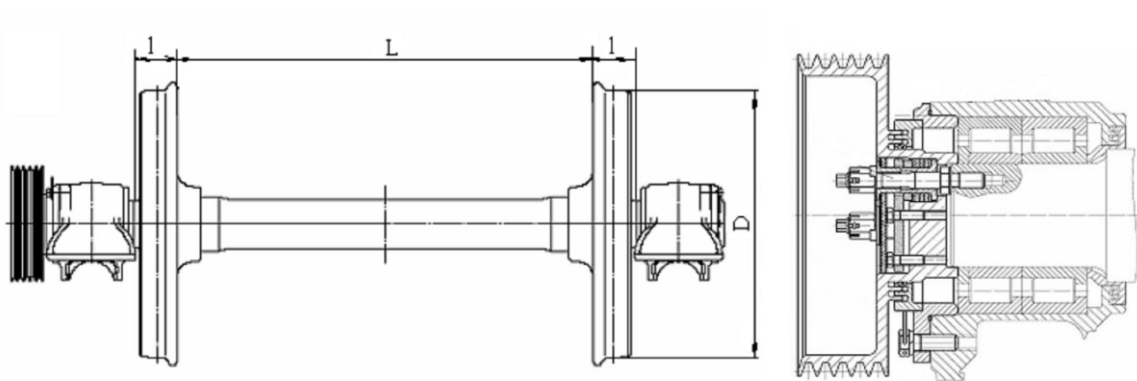


Рис. 1.13. Колісна пара РУ1Ш-957-П з буксовими вузлами та ведучим шківом

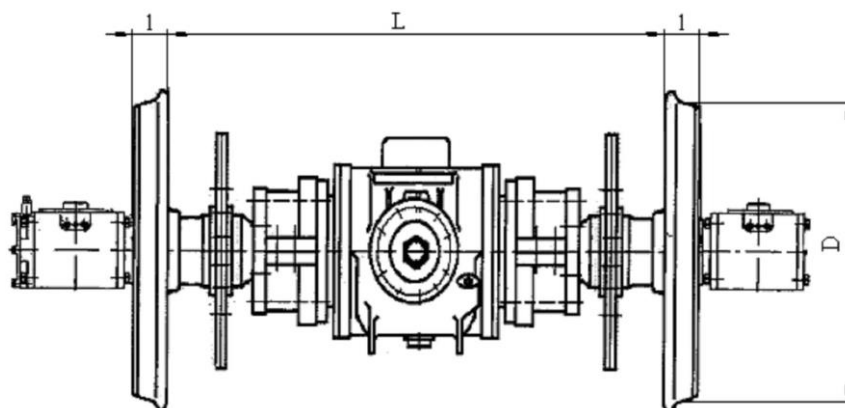


Рис. 1.14. Колісна пара РУ1Ш-957-П з буксовими вузлами, гальмівними дисками та редуктором ВАТ "ТВЗ"

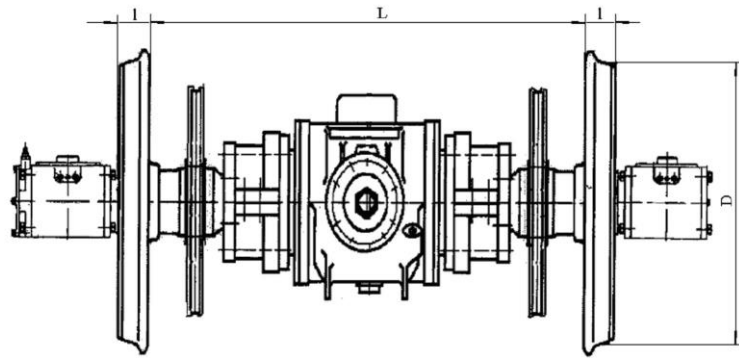


Рис. 1.15. Колісна пара РУ1Ш-957-П з буксовими вузлами, гальмівними дисками "Knorr-Bremse" та редуктором ВАТ "ТВЗ"

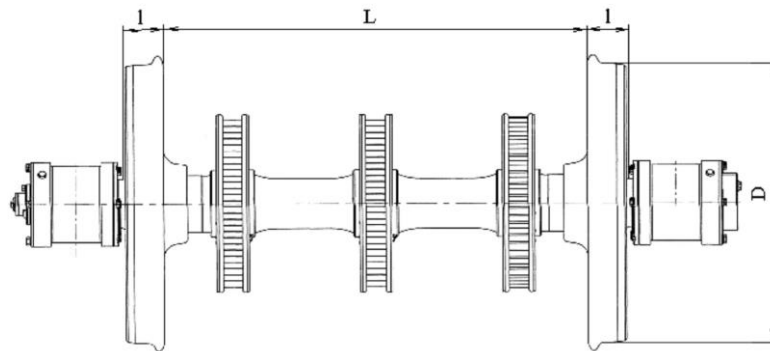


Рис. 1.16. Колісна пара РУ1Ш-957-П з буксовими вузлами, гальмівними дисками "Knorr-Bremse" виробництва ПАТ "КрВБЗ"

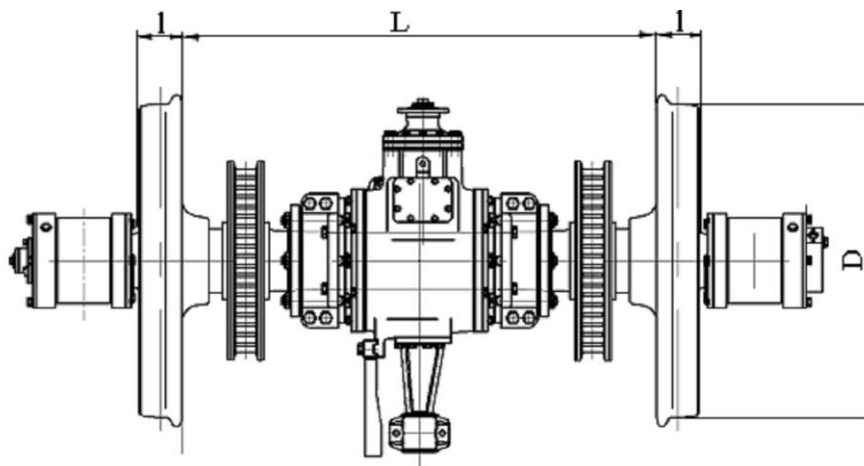


Рис. 1.17. Колісна пара РУ1Ш-957-П з буксовими вузлами, гальмівними дисками "Knorr-Bremse" та редуктором виробництва ПАТ "КВБЗ"

1.4. Колісні пари розсувного типу

1.4.1. Колісні пари розсувного типу виробництва заводів колишнього СРСР

Колісні пари з розсувними колесами відрізняються від звичайних колісних пар більш складною конструкцією, збільшеною масою і вартістю виготовлення. Проте техніко-економічні розрахунки свідчать, що при перевезенні деяких вантажів розсувні колісні пари (РКП), незважаючи на зазначені вище недоліки, включаючи додаткові витрати на ремонт і утримання, дозволяють скоротити капітальні вкладення і експлуатаційні витрати порівняно з витратами, необхідними для організації і виробництва перевантажувальних робіт на прикордонних станціях. Залізничне сполучення без перевантаження також забезпечує скорочення втрат вантажів і прискорення їх доставки споживачам, що має важливе значення, особливо для швидкопсувних вантажів.

На Брянському машинобудівному заводі в 1957 році була створена колісна пара з колесами, що розсуваються на осі. Вона призначена для вагонів, що обертаються по залізницях колії 1520 і 1435 мм без заміни ходових частин [65].

Пересування коліс з одного положення в інше відбувається автоматично при русі вагона через спеціальний перевідний стенд, з'єднаний одним кінцем з колією 1520 мм, а другим – з колією 1435 мм.

Розсувна колісна пара (рис. 1.18) складається з осі 2, уздовж якої можуть пересуватися колеса 1 під час переходу вагона з колії однієї ширини на колію іншої ширини.

Для забезпечення ковзання між маточиною колеса 1 і підматочиною частиною осі 2 встановлена капронова втулка 3. На зовнішній поверхні маточини є дві кільцеві виточки для закріплення колеса на осі за допомогою секторів 9.

В одну виточку сектори входять тоді, коли колесо знаходиться в колії 1520 мм, а в другу – у колії 1435 мм. Таке положення секторів фіксується барабаном 5, укріпленим на осі за допомогою гарячої посадки. Для попередження мимовільного виходу секторів з кільцевих виточок маточини передбачено замкове кільце 4, прикріплене болтами до буфера 6.

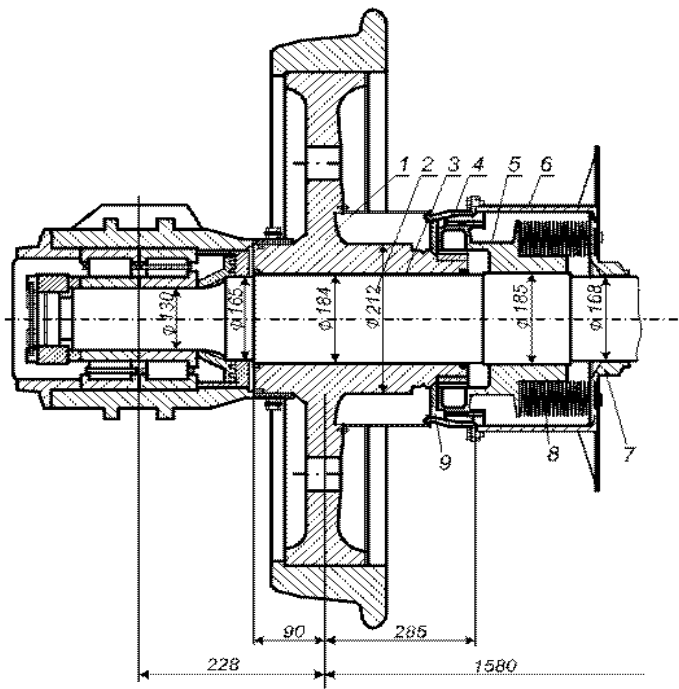


Рис. 1.18. Колісна пара з колесами, що розсуваються на осі

Усередині буфера розташовані пружини 8, що спираються на кришку 7 і відтискають буфер і замкове кільце до середини осі. Прокручуванню колеса на осі перешкоджає зубчасте зачеплення барабана і маточини колеса.

Розсувна колісна пара приводиться в дію так. При проходженні вагона по перевідному стенду спеціальним упором відтискається буфер 6, внаслідок чого замкові кільця 4

переміщуються в бік коліс і перестають утримувати сектори 9 у виточках маточини. Потім упор стенда, натискаючи на колеса 1, пересуває їх уздовж осі 2 в необхідне положення. На початку цього пересування колеса вичавлюють сектори 9 з кільцевих виточок, у кінці пересування коліс сектори виявляються навпроти других виточок. Одночасно вони звільняються від натиснення буфера 6 і під дією пружин 8 повертаються разом із замковими кільцями 4 у вихідне положення. При цьому кільця 4 натискають на сектори 9, внаслідок чого сектори входять у другі виточки, закріплюючи колеса в зміненому положенні.

Пізніше вдосконалену конструкцію РКП створили на Уральському вагонобудівному заводі з застосуванням тангенціально-осьового замка, запропонованого Білоруським інститутом інженерів залізничного транспорту (нині Білоруський державний університет транспорту). У 1975 році цими колісними парами були обладнані два візки моделі 18-100. Одночасно була розроблена та виготовлена важільна гальмівна передача для візків з РКП і колесоперевідний пристрій.

Були розроблені два варіанти колісних пар аналогічної конструкції, але з різними способами змащування деталей замкового пристрою і посадкових поверхонь коліс і осі – рідким або консистентним мастилом. Незважаючи на те, що використання консистентного мастила значно спрощувало конструкцію колісної пари, від цього варіанта довелося відмовитися.

На рис. 1.19 показана конструктивна схема РКП з рідким мастилом [17].

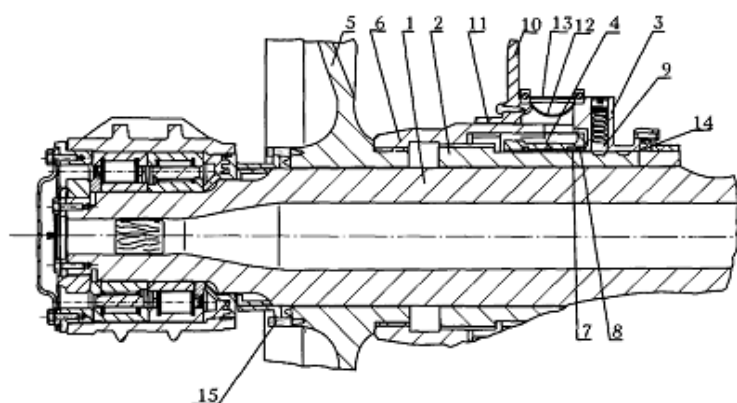


Рис. 1.19. Розсувна колісна пара

Ця колісна пара складається з порожнистої осі 1 із закріпленими на ній шліцьовими втулками 2, пристрою фіксації 3 із замковою муфтою 4, коліс 5, які вільно насаджені на вісь і жорстко з'єднані зі шліцьовими втулками 6.

На шліцьових втулках 2 встановлені упорні кільця 7 і замкові кільця 8. Кожен пристрій фіксації 3 має шість підпружинених фіксаторів 9, які розміщені на рівних відстанях по колу, і відтискний диск 10, виконаний як одне ціле з корпусом фіксатора.

Усі елементи колісної пари, які взаємодіють за допомогою тертя, омиваються рідким мастилом (автотракторним маслом), яке забезпечує антикорозійний захист і створює надійні масляні клини між контактуючими поверхнями шліцьового з'єднання, а також між колесом і віссю. Мастило заливається в порожнину, яка утворюється між корпусом фіксатора, шліцьовою втулкою 6, компенсатором 12, колесом і віссю. Компенсатор 12 захищений від механічних пошкоджень кожухом 13. Заправка мастилом здійснюється при установленні коліс на колію 1435 мм. Для унеможливлення його витікання на торцях корпусу фіксатора і відтискного диска, а також із зовнішнього боку маточини колеса встановлюються ущільнення за допомогою манжет 14 і 15.

Конструкція тангенціально-осьового замка в той час була нововведенням. У ній було застосовано евольвентне шліцьове з'єднання силових деталей з великою площею контакту, здатною витримувати значні динамічні навантаження. Термооброблені контактуючі поверхні та наявність мастила повинні були забезпечити тривалий термін служби РКП. Кінематична схема замка була косозубою, шліцьове з'єднання з одним ступенем свободи. Для блокування рухливості використовувалася замкова муфта.

При проходженні РКП через перевідну ділянку колії кожен відтискний диск у взаємодії з напрямними відводиться ними в напрямі середньої частини осі, витягаючи з зачеплення замкову муфту 4 до упирання її шліцьових зубів у кільце 7. У цей час рухома шліцьова втулка 6 має можливість переміщення по косих шліцах нерухомої втулки. При цьому колеса відводяться напрямними рейками перевідного пристрою і встановлюються на необхідну ширину колії. Після переведення коліс замкові муфти переміщуються у зворотному напрямі і замикають шліцьові втулки 6 і 2, завдяки чому забезпечується міцне з'єднання коліс з віссю. Підпружинені фіксатори 9 западають у проточини нерухомої втулки і унеможливають мимовільне відкривання замка.

У важільній гальмівній передачі візків з РКП використовувалися тріангелі з автоматичною зміною відстані між башмаками при проходженні перевідного рейкового пристрою. Тріангель (рис. 1.20) виконувався у вигляді замкненої балки, яка складалася зі швелера 1, жорстко сполученого зі струною 2 і розпиркою 3. По кінцях тріангеля встановлювалися башмаки 4 і 5 з колодками.

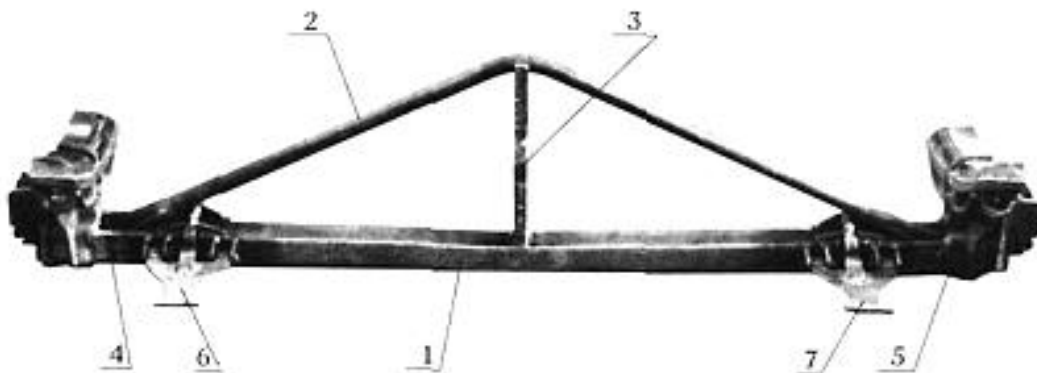


Рис. 1.20. Тріангель візка з розсувною колісною парою

На башмаках знаходилися фіксатори, які взаємодіяли зі спеціальними напрямними колесоперевідного пристрою за допомогою повідців 6 і 7. Переведення башмаків з колодками на тріангелі здійснювалося одночасно з переведенням коліс.

Перевідний пристрій для таких колісних пар складався з двох силових рейок і двох контррейок, укладених з проміжком між ними. Проміжок дорівнював ширині гребеня колеса. Рейки кріпилися до шпал так, щоб утворилася монолітна жорстка конструкція. З кожного боку перевідного пристрою розташовувалися напрямні, призначені для вимикання і включення замків коліс при проходженні колісної пари. Напрявні жорстко закріплювалися на шпалах і мали пристрої для регулювання їх положення відносно головок рейок. Для переведення колодок на перевідному пристрої встановлювалися напрямні, які також жорстко закріплювалися на шпалах. Загальна довжина перевідного пристрою складала 12,5 м. Максимальна розрахункова швидкість руху вагонів з РКП по перевідному пристрою складала 10 км/год.

1.4.2. Пасажирська розсувна колісна пара TALGO

Розроблення РКП має більш ніж столітню історію (перші патенти з вказаної тематики з'явилися вже в кінці XIX століття). У той час їх впровадження обмежувалося складністю, недостатньою надійністю конструкцій і технологій, а також необхідністю додаткових витрат на обслуговування.

Практичне застосування РКП розпочалося з 1969 року, коли з Барселони в Женеву прибув перший пасажирський потяг Talgo RD (rueda desplazable – "колесо, яке переставляється"). Системи РКП Talgo для пасажирських вагонів пройшли тривалі випробування під час успішної експлуатації і нині досягли високого технічного рівня. За даними фірми Talgo [11], в умовах комерційної експлуатації на європейських лініях виконано більше 1 млн переходів ходових частин поїзда Talgo з однієї колії на іншу. Ходові частини цих поїздів відрізняються високою надійністю.

В основу дії системи Talgo покладено примусове поперечне зміщення окремих колісних блоків, що відбувається при русі вагона. Кожен з блоків складається з колеса з гальмівними дисками, короткої осі і конічних роликів підшипників. Єдина вісь у цій конструкції відсутня, тобто колісної пари в традиційному розумінні цього терміна нема (рис. 1.21).

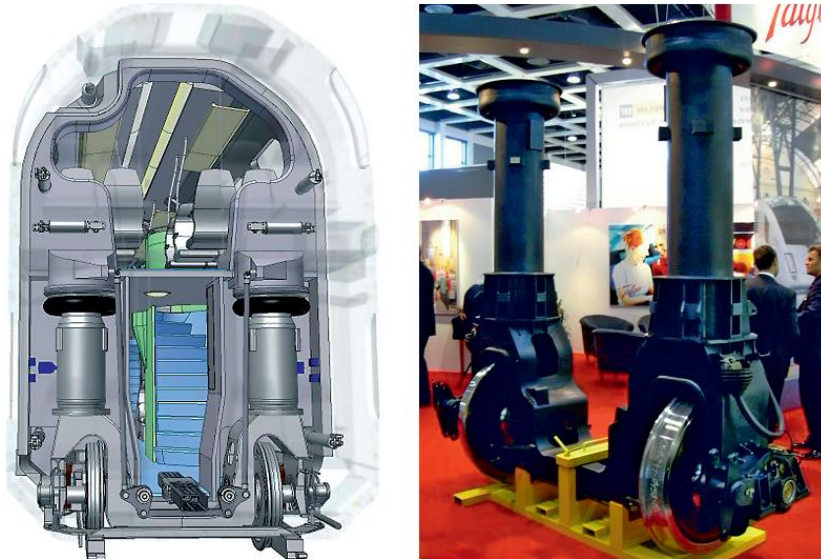


Рис. 1.21. Колісна пара Talgo пасажирських поїздів

Переміщення коліс відбувається в розвантаженому стані. При знятті навантаження з коліс вони перестають контактувати з рейками широкої колії. Це відбувається за рахунок того, що опори ковзання, які знаходяться з зовнішнього боку зовнішніх підшипників, насуваються на підтримувальні рейки стаціонарної установки (висота яких плавно збільшується) і переміщуються по них з використанням води як мастила. При цьому Т-подібні напрямні стаціонарної установки заходять у відповідні пази блокувальних пристроїв колісних вузлів і витягають замки кріплення підшипників. Колеса з підшипниками вивільнюються. Напрямні рейки стаціонарної установки сходяться, впливаючи на зовнішні грані ободів коліс, і зрушують їх у поперечному напрямі до осі в положення, що відповідає ширині нової колії.

Т-подібні напрямні знову заходять у пази блокувальних пристроїв, повертаючи на місце замки кріплення підшипників, і колеса фіксуються в новому положенні. Висота підтримувальних рейок плавно зменшується. Упори ковзання сходять з них, і

колеса, що знаходяться в положенні, яке відповідає колії 1435 мм, опускаються на рейки колії 1668 мм. Так само процес відбувається і у зворотному напрямі.

1.4.3. Вантажна розсувна колісна пара TALGO

Аналогічну систему автоматичного переходу з колії 1668 мм на колію 1435 мм і назад фірма Talgo розробила і для вантажних вагонів [11]. Конструкція колісної пари з розсувними колесами для установлення на візку типу Y21 широко застосовується на вантажних вагонах Іспанії. Ці візки аналогічні візкам типу Y25, які є стандартними для вантажних вагонів колії 1435 мм.

Загальний вигляд такої колісної пари показано на рис. 1.22. Вона є так званою осьюою групою, яка складається з рами 1, що об'єднує два колісні блоки 2. Кожен блок складається з колеса, насадженого на свою піввісь з буксовими вузлами 5 на кінцях. Колісні блоки сполучені спеціальним пристроєм 3, який забезпечує сумісне обертання коліс. Осьова група також забезпечена механізмом переміщення гальмівних башмаків 4 і системою електричних з'єднань. У зовнішній кришці внутрішньої букси встановлено пристрій контролю температури підшипників 6.

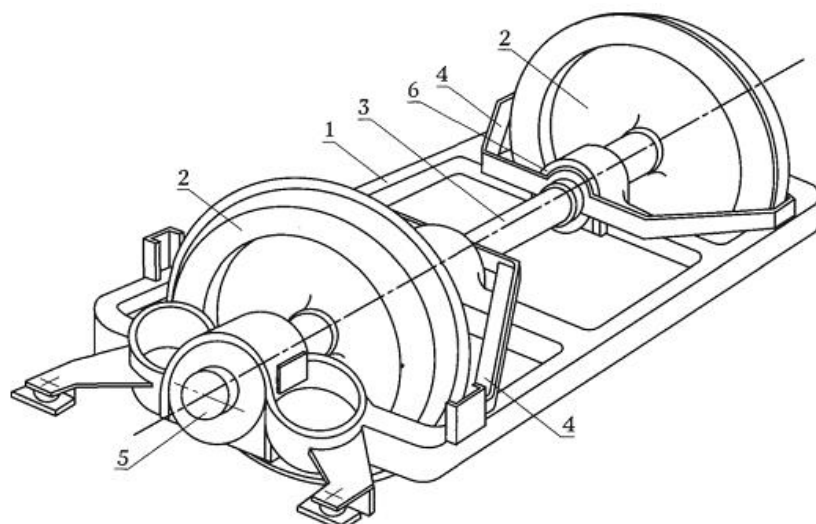


Рис. 1.22. Розсувна колісна пара Talgo вантажних вагонів

сприймає вертикальних навантажень.

Виконані таким чином колісні пари встановлюються на раму візка за традиційною схемою. Головною особливістю цієї колісної пари є конструкція осі, яка забезпечує обертання коліс з однаковою кутовою швидкістю, але не

Ця вісь має телескопічну конструкцію, тобто складається з двох трубоподібних частин, які можуть зміщуватися одна відносно одної в аксіальному напрямі з фіксацією в одному з двох положень, але обертаються вони синхронно. Крім того, візок з РКП обладнаний пристроєм автоматичного переміщення гальмівних колодок. На перспективу передбачена можливість заміни колодкового гальма дисковим.

Принцип роботи нової системи аналогічний тій, яка тривалий час застосовується в пасажирських потягах Talgo RD [67]. Перебудова колісних груп для руху залізницею з іншою шириною колії здійснюється при проходженні вагонами стаціонарних перевідних пристроїв, встановлених на стикових пунктах залізниць з різною шириною колії. Одночасно зі зміною відстані між колесами в автоматичному режимі здійснюється переміщення гальмівних башмаків з колодками. Швидкість руху вагонів через перевідні пристрої складає 15 км/год.

У процесі переходу рухомого складу, обладнаного колісними парами Talgo, через перевідний пристрій їх колеса розвантажуються від дії вертикальних сил. Ці сили сприймають опори ковзання, які спираються на підтримувальні рейки і переміщуються по них з використанням води як мастила. Тому при використанні РКП системи Talgo в умовах низьких температур доводиться реалізовувати додаткові заходи для уникнення замерзання води на стаціонарному колесоперевідному пристрої.

До переваг ходових частин вантажних вагонів з РКП системи Talgo можна віднести можливість контролювати температури внутрішніх підшипникових вузлів. Проте конструкція візка занадто складна, що може призвести до зниження показників експлуатаційної надійності. Крім того, збільшення маси безпружинних частин може несприятливо позначатися на динамічній взаємодії колісних пар і верхньої будови колії, а також на безпеці руху.

1.4.4. Розсувна колісна пара з колесами, що вільно обертаються на осі

На початку 80-х років ХХ століття в Болгарії під керівництвом Н. Гайдарова для колій 1435 і 1520 мм був створений вагонний візок з колесами, що вільно обертаються на осі [6]. На рис. 1.23 показана конструкція розсувної колісної пари.

Кожне колесо 1 такої РКП встановлювалося на підшипники кочення 2, закріплені на рухомій гільзі 3. Остання разом з колесами була попарно встановлена на загальній нерухомій порожнистій осі 4. Гільзи й колеса фіксувалися від зсуву відносно осі зубчастого механізму 5, який був навантажений рамою візка 6. Колеса РКП даної конструкції оберталися відносно нерухомої осі незалежно один від іншого.

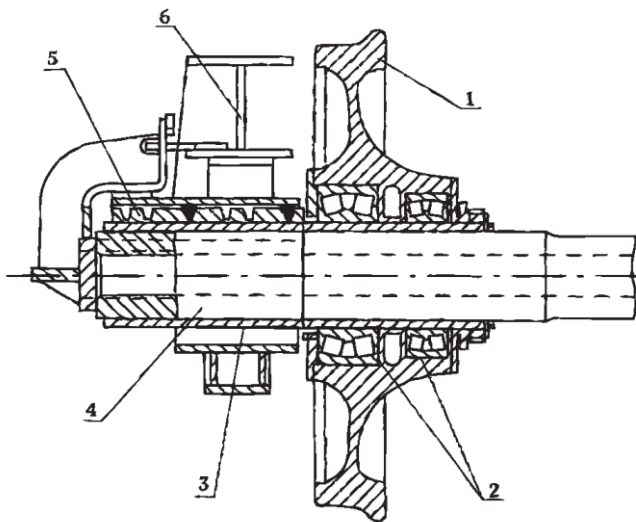


Рис. 1.23. Колісна пара з автоматичною зміною ширини колії конструкції Н. Гайдарова

спеціальні рольганги при проходженні через перевідний пристрій. Таким чином, вертикальне навантаження від вагона сприймалося нижньою частиною корпусу букси. При цьому колісні пари поступово опускалися, оскільки ходові рейки були покладені з нахилом вниз.

Кінець гільзи 3 заходив (без підшипників) у буксу, призначену для розміщення механізму фіксації положення колеса на осі. В середині неї (на стелі) були розташовані призматичні замки-ребра, які входили в пази фіксаторів, що становлять єдине ціле з гільзою.

Пружини спиралися на два крила букси, у нижній частині якої була зроблена площина, якою букса спиралася на

Виходячи з поглиблень гільз, призматичні ребра припиняли фіксацію коліс на осі. Колеса, що потрапили в напрямні жолоби перевідного пристрою, примусово посувалися в положення, яке відповідало необхідній ширині колії. На виході з перевідного пристрою ходові рейки розташовувалися так, що колісні пари разом з гільзами піднімалися, а призматичні замки знову входили в поглиблення фіксаторів, але вже в ті, які відповідали новому значенню ширини колії. У свою чергу букси піднімалися з рольгангів, і колісні пари знову сприймали вертикальне навантаження. На цьому процес переходу з однієї ширини колії на іншу завершувався. Максимальна швидкість руху вагонів на ділянці з перевідним пристроєм становила 30 км/год.

Також використовується спеціальний профіль колеса, який може застосовуватися на будь-яких залізницях. Перевагами колісної пари цієї конструкції є простота конструкції, надійна фіксація положення коліс.

Після проведення деяких конструкційних змін колісних пар системи Н. Гайдарова ними обладнали стандартні візки типу Y25 (Y25 Lsd-2M). Останні пройшли кілька етапів комплексних випробувань, які включали в себе як поїзні на експериментальному кільці ВНИИЖТ, так і випробування на магістральних лініях. Для перевірки можливості застосування РКП болгарського виробництва в 1994 році Львівською залізницею було придбано 10 візків типу Y25 Lsd-2M. Цими візками була обладнана п'ятивагонна рефрижераторна секція [8]. За результатами ходових динамічних випробувань було виявлено ряд недоліків візків типу Y25 Lsd-2M, основним з яких була непристосованість візків колії 1435 мм до роботи на залізницях колії 1520 мм [9]. Так, на залізницях України та країн СНД діють нормативи утримання колії, які допускають дію на рухомий склад динамічних збурень, рівень яких може досягати 70 % статичних навантажень. Візки ж типу Y25 розраховані на динамічні додавання сил у ресорному підвішуванні до 30 % статичних. Це може стати причиною появи неприпустимих динамічних зусиль і прискорень, які можуть призвести до порушень умов безпеки руху.

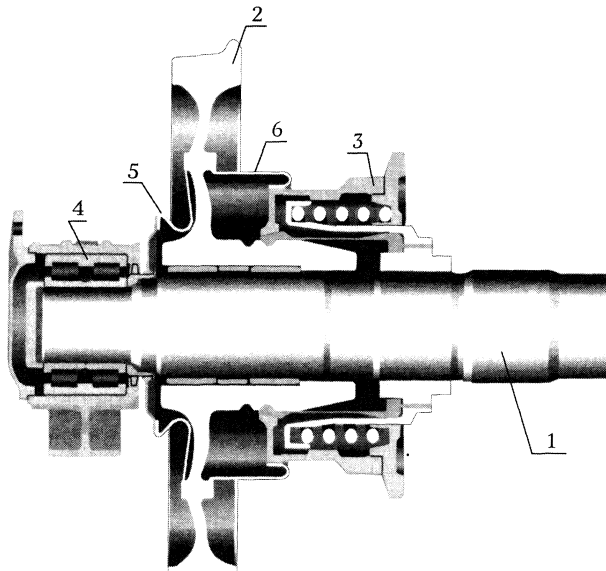


Рис. 1.24. Колісна пара системи SUW2000

Ще однією з існуючих систем автоматичного переходу вагонів з колії одного стандарту на колію іншого стандарту є польська система SUW2000, розроблена Ришардом Сувальським [30]. Оригінальними складовими частинами цієї системи є розсувні колісні пари, триангелі з пересувними гальмівними колодками, колійний перевідний пристрій (рис. 1.24).

Ця колісна пара складається з осі 1, коліс 2 на ковзній посадці і механізму блокування 3. Буксовий вузол 4 – типової конструкції. З'єднання колеса з віссю захищене зовнішнім і внутрішнім кожухами 5 і 6.

Система SUW2000 головним чином передбачає використання дискових гальм.

Тому на середній частині колісних пар розміщуються гальмівні диски. Таке вирішення гальмівної системи значно спрощує систему переходу вагонів з колії на колію. Для випадків, коли використовуються колодкові гальма, розроблено триангелі зі змінним розміщенням колодок [8].

1.5. Колісні пари з бандажними колесами

Цей тип колісних пар має схожу конструкцію з типовими, за винятком пружних бандажних коліс. Пружні колеса складніші за конструкцією, мають пружні елементи між ободом і колісним центром. Вони мають цілий ряд переваг, особливо важливих для вагонів швидкісних пасажирських поїздів, трамваїв і метрополітену.

Ідея застосування пружних коліс з'явилася давно. Відомі колеса з дерев'яними елементами, колеса з дисками з пресованої паперової маси, колеса з гумовою прокладкою між бандажем або ободом і центром та ін. Дерев'яні і паперові колеса мали істотні недоліки, тому вони не набули поширення. Спроби конструювати колеса з гумовою поверхнею кочення також не увінчалися успіхом внаслідок того, що виявився надзвичайно низьким коефіцієнт зчеплення між колесом і вологою рейкою. Надалі проблема створення пружного колеса вирішувалася шляхом введення в конструкцію гумових прокладок між бандажем і ободом (центром), а також за допомогою застосування пневматичної шини.

Конструкція бандажного колеса (рис. 1.25) складається з бандажа 8, який насаджений не на колісний центр, а на центральний диск 7 [66].

Для додаткового кріплення бандажа передбачено запобіжне кільце 9. Між центральним диском 7 і колісним центром 11 розташовано вісім гумових вкладишів 6, що працюють на деформацію зсуву.

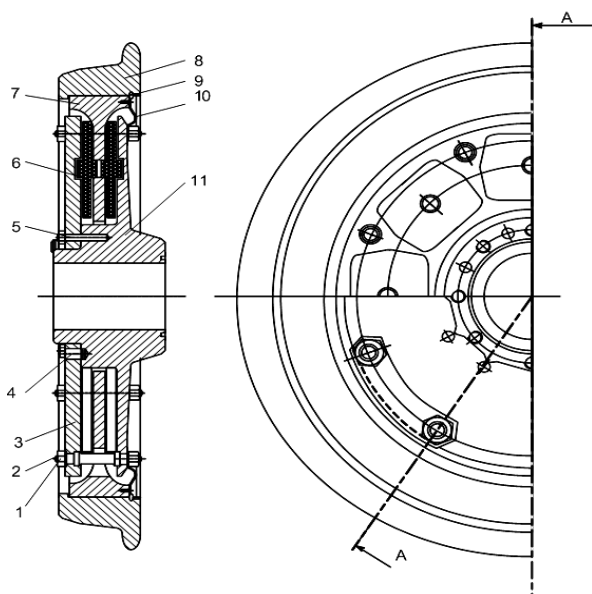


Рис. 1.25. Бандажне колесо

Вкладиші з двох боків армовані сталевими листами. За допомогою натискної шайби 3 і шпильок 2 з гайками 1 вкладиші 6 притиснуті до колісного центра 11 і центрального диска 7. Натискна шайба 3 фіксується штифтами 4 і болтами 5. Відводять струм від колеса до рейки два гнучких шунти 10, що з'єднують колісний центр з центральним диском.

Випробування показали, що застосування таких коліс сприяє зменшенню прискорень, особливо необресорених мас вагона, а також зниженню рівня бокових сил і коефіцієнтів

динаміки, гасінню високочастотних шумових коливань. Проте болтове кріплення елементів у такій конструкції пружного колеса недостатньо надійно, гумові елементи мають малий термін служби, який може бути збільшений при правильному підборі вкладишів за їх жорсткістю. Тому порівняно з болтовою конструкцією доцільнішою вважається зварна конструкція пружного колеса з гумовими прокладками (рис. 1.26).

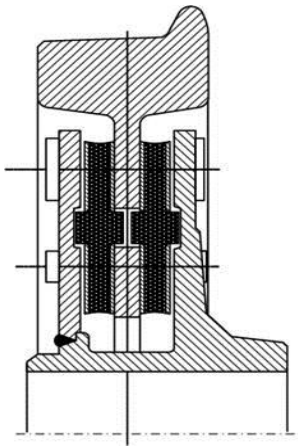


Рис. 1.26. Бандажне колесо зварної конструкції

Підвищення пружності колеса і зменшення необресореної маси досягається також за рахунок застосування колісних центрів, виготовлених з алюмінієвих сплавів. Такі центри зі сплаву марки АМг6 випускалися і проходили випробовування в 1970-х роках на радянських і американських залізницях. Проте такі колеса, маючи ненадійну бандажну конструкцію, мають істотну відмінність величин коефіцієнта об'ємного розширення сталевого бандажа і алюмінієвого центра.

Складним також є забезпечення надійного з'єднання алюмінієвого центра зі сталевією віссю. Порушення міцності цих з'єднань особливо проявляється при зміні температури під час гальмування. З метою запобігання нагріву бандажів гальмівними колодками при використанні таких коліс у деяких країнах застосовують дискові гальма.

1.6. Інші типи колісних пар

1.6.1. Колісні пари з внутрішнім обпиранням рами візка

Цей тип колісних пар в основному застосовується у швидкісних електропоїздах. Конструкція такої колісної пари представлена у складі візка В5000 компанії Bombardier (рис. 1.27).

Особливостями цієї конструкції є вісь, конфігурацією якої передбачено посадкові місця під підшипники на внутрішній частині осі. При формуванні колісної пари напресовування підшипників на вісь здійснюється перед напресовуванням коліс. Колеса виконані суцільнокатаними, з обох боків за допомогою болтових з'єднань кріпляться гальмівні диски.

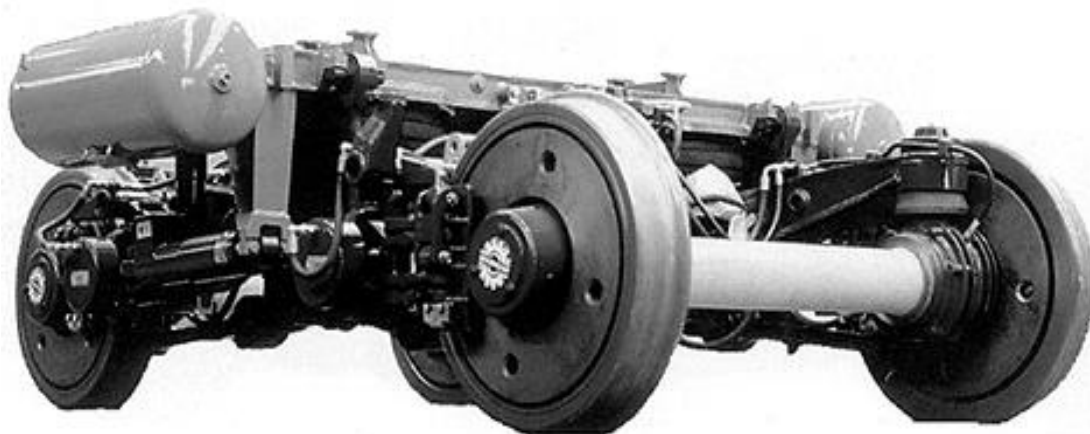


Рис. 1.27. Візок моделі В5000

Перевагами такої конструкції є зменшення габариту візка за рахунок внутрішнього спирання рами на буксові вузли, поліпшення гальмівних характеристик і зменшення напружень у колісній парі при гальмуванні. Істотним недоліком є необхідність розпресовування колеса і осі при заміні підшипників.

1.6.2. Колісна пара для диференціального вписування в криву

Колісна пара вагона для диференціального вписування в криву (рис. 1.28) включає два колісні диски з маточиною і вісь. Особливістю є те, що виконано розподіл осі на відстані A від маточини лівого колеса і вирізування правої частини осі шириною $C+B$, замість якої вставляються полімерна вставка шириною C і гумометалевий елемент шириною B . Полімерна вставка призначена для забезпечення тертя півсфери осі колісної пари при диференціальному вписуванні в криву. Гумометалевий елемент шириною B призначений для стискування осі при виникненні поперечних сил, що виникають при вписуванні

колісної пари в криву. Тим самим виключається виламування зовнішньої рейки і забезпечується незалежність обертання одного колеса відносно іншого.

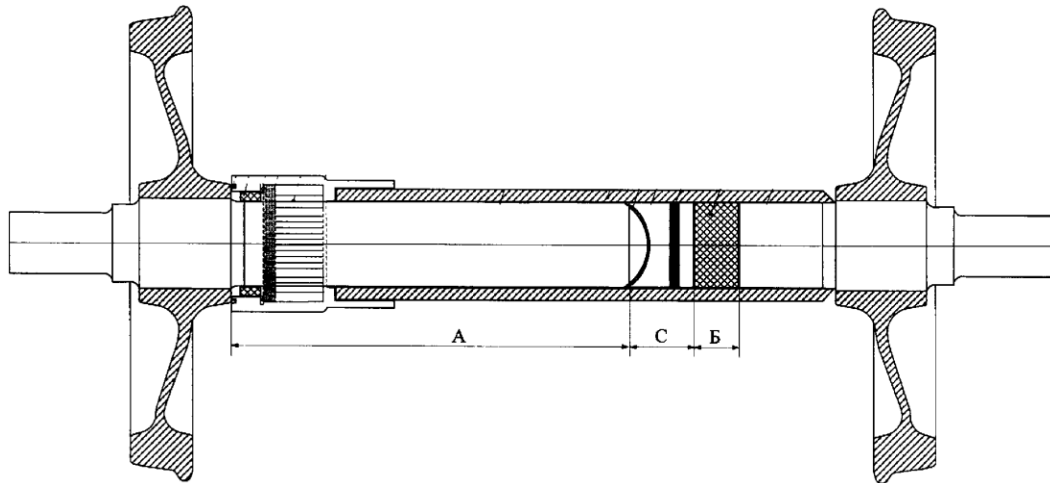


Рис. 1.28. Колісна пара вагона для диференціального вписування в криву

Також у полімерну вставку встановлена гумова вставка, що призначена для запобігання потрапляння графітового мастила в контакт полімерної вставки і півсфери осі до гумометалевого елемента. На праву частину осі колісної пари на гарячу посадку насаджуються порожнистий трубчастий двошаровий елемент, призначений для забезпечення жорсткості конструкції осі колісної пари, всередину якого вставляється ліва частина осі.

Перевагами цієї колісної пари є поліпшені характеристики вписування в криві ділянки колії, зменшення зносу гребенів коліс і рейки, зменшення зусиль дії між колесом і рейкою при русі вагона.

1.6.3. Колісна пара з колесами на підшипниках

Колісна пара залізничного рухомого складу (рис. 1.29) складається з осі і двох ходових коліс, кожне з яких за допомогою підшипників встановлено на шийці осі для забезпечення незалежного один від одного вільного обертання. Дві кришки закривають із зовнішнього боку підшипники і закріплені болтами до коліс.

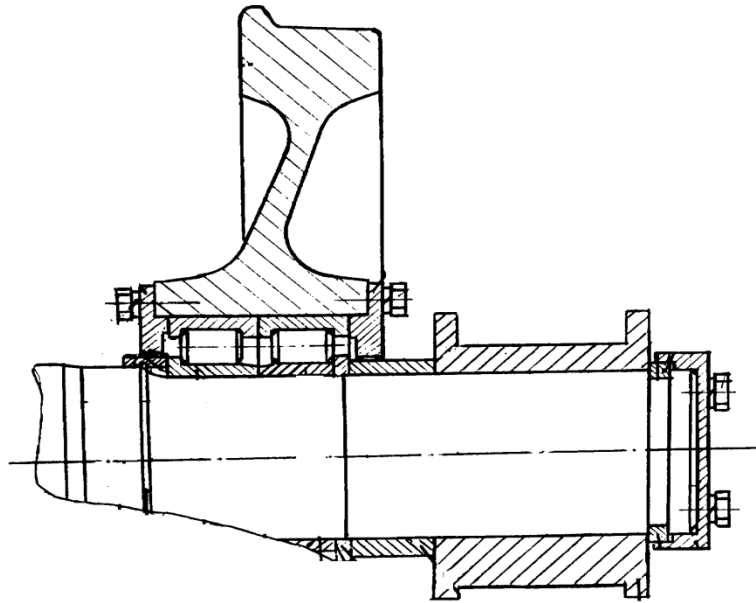


Рис. 1.29. Колісна пара з колесами на підшипниках

Фланець закриває підшипники з внутрішнього боку. Він також прикріплений болтами до колеса. Переднє упорне кільце виконане з проточуванням по внутрішньому діаметру під гальтель шийки осі і насаджене на гальтель шийки осі з упором в торцеву поверхню внутрішнього кільця переднього підшипника. Упорне заднє кільце насаджене на шийку осі з упором в торцеву поверхню внутрішнього кільця заднього підшипника і розпірну втулку. Переднє кільце фіксує підшипниковий вузол через проміжну втулку за допомогою кришки, прикріпленої болтами до торця шийки осі.

Перевагами цієї конструкції є поліпшені ходові показники, незалежне обертання і менший знос коліс, недоліком є збільшення динамічних навантажень на підшипник.

1.7. Конструкції, типи та розміри вагонних осей

Вагонна вісь є складовою частиною колісної пари та являє собою сталевий брус круглого перерізу, розміри якого змінюються вздовж довжини осі.

Осі розрізняються:

- розмірами основних елементів – залежно від величини діючого навантаження;

- формою поперечного перерізу – суцільні або порожнисті;
- способом кріплення підшипників на шийці осі – корончатою гайкою або приставною шайбою (рис. 1.30).

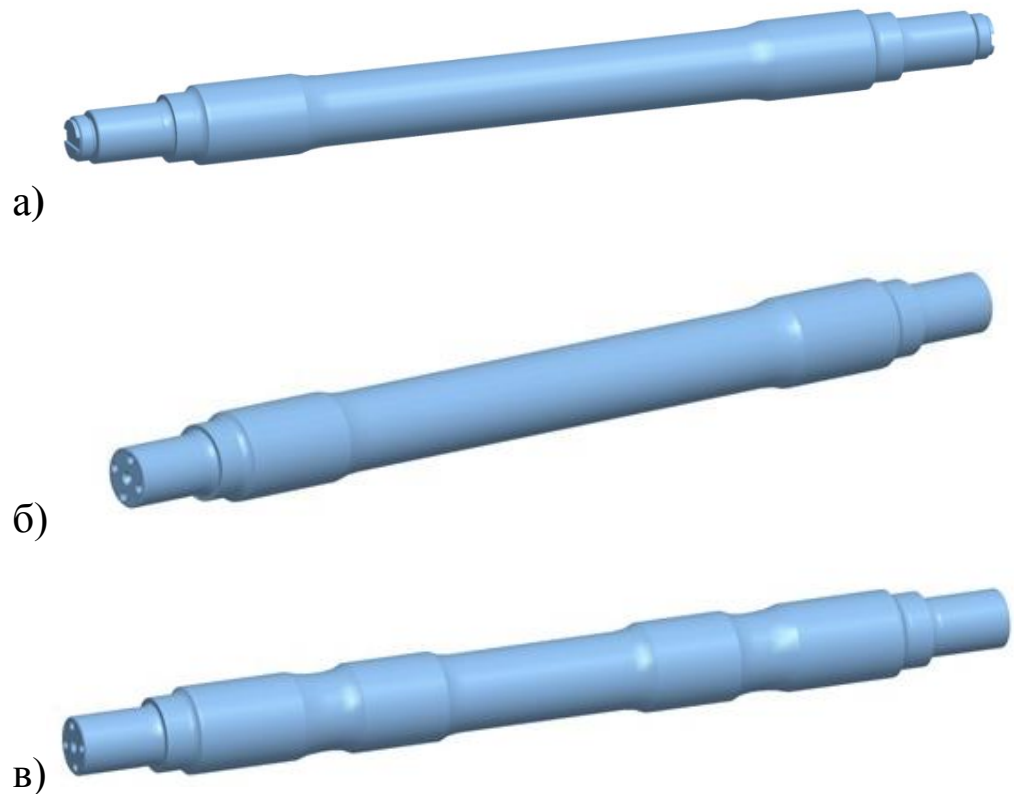


Рис. 1.30. Різновиди суцільних осей: а – з кріпленням підшипників за допомогою торцевої гайки і стопорної планки; б – з кріпленням підшипників болтами до торця шийки осі; в – з посадковими місцями під установлення гальмівних дисків, зубчастих коліс і т. п.

Окрім цих ознак, осі можуть ще розрізнятися за матеріалом і технологією виготовлення.

На підматочинних частинах 3 (рис. 1.31) розташовуються колеса, а на шийках 1 укріплюються підшипники.

Між шийками 1 і підматочинними частинами 3 знаходяться передпідматочинні частини 2, призначені для розміщення деталей задніх ущільнюючих пристроїв букс, а також для зниження концентрації напружень у перехідних перерізах від підматочинних частин до шийок осі.

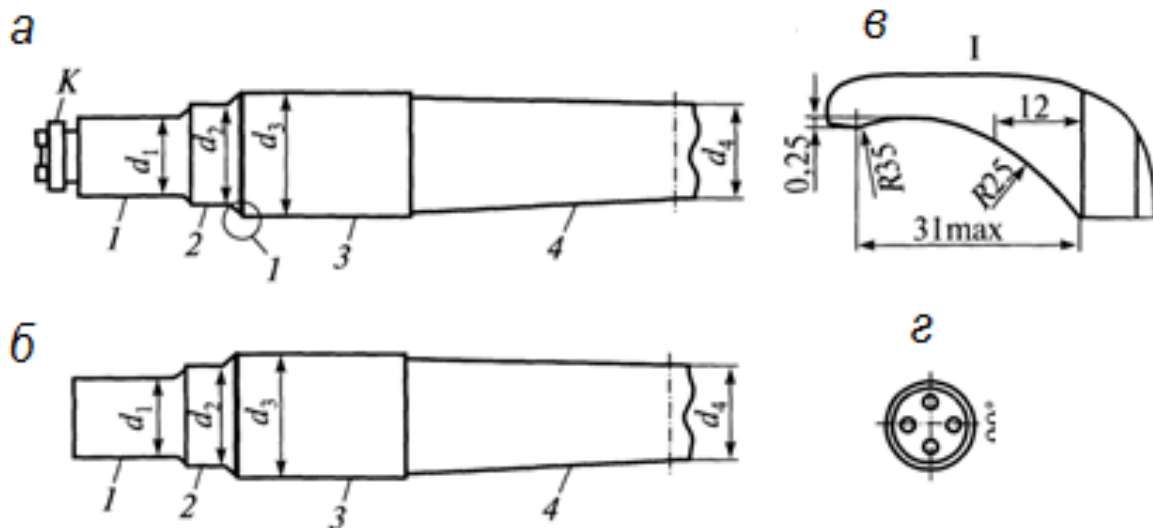


Рис. 1.31. Типи вагонних осей

У місцях зміни діаметрів для зниження концентрації напружень є плавні сполучення – галтелі, виконані певними радіусами: від шийки 1 до передпідматочинної частини 2, від передпідматочинної до підматочинної частини 3 і від середньої 4 до підматочинної частини.

Зниження концентрації напружень, викликаних посадкою внутрішнього кільця роликового підшипника, забезпечується розвантажувальною канавкою, яка розташована біля початку задньої галтелі шийки осі (рис. 1.31, в). Осі для підшипників кочення на кінцях шийок мають нарізну частину К (рис. 1.31, а) для нагвинчування корончатої гайки, а на торці є паз з двома нарізними отворами для постановки і кріплення двох болтів стопорної планки.

У вагонних осях з кріпленням підшипників кочення за допомогою приставної шайби в торцях шийок виконуються нарізні отвори для трьох або чотирьох болтів (рис. 1.31, г).

На торцях осі передбачені центрові отвори (рис. 1.32), що призначені для встановлення і закріплення осі або колісної пари в центрах при обробці на токарному верстаті. Форма і розміри центрових отворів стандартизовані.

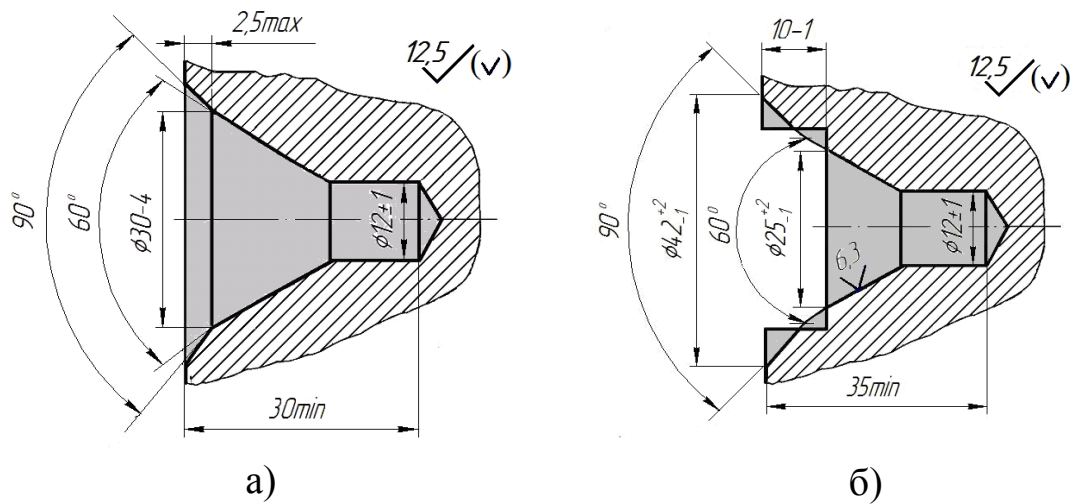


Рис. 1.32. Центрові отвори осей: а – для осей типу РУ1Ш, РВ2Ш; б – для осей типу РУ1

Осі колісних пар, обладнаних дисковим гальмом, а також осі, на яких передбачено установлення привода підвагонного генератора, мають посадкові поверхні для встановлення гальмівних дисків або деталей редуктора.

Суцільнокатані осі є типовими і класифікуються відповідно до ДСТУ 22780:2009 [35]. За цим стандартом розрізняють типи осей, наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Розміри осей колісних пар

Тип осі	Тип вагона	Максимальне розрахункове статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН (тс)
РМ3	моторний	196 (20)
РМ5	електропоїзд	216 (22)
РУ1	немоторний електро- і дизель-поїзд	186 (19)
РУ1, РУ1Ш	вантажний	230 (23,5)
РУ1, РУ1Ш	пасажирський	176,5 (18)

На шийки осей РУ1 і РУ1Ш встановлюють роликові підшипники з зовнішнім діаметром 250 мм. Для вантажних вагонів з осьовим навантаженням 245 кН використовується посилена вісь РВ2Ш.

Вісь колісної пари для вагонів нового покоління являє собою суцільний (або порожнистий) вал змінного по довжині перерізу. На шийці осі встановлюються за допомогою пресової посадки дворядні конічні роликові підшипники касетного типу та напівбукси (адаптери). На передпідматочинних частинах розташовуються з використанням пресової посадки задні кришки з ущільненнями букс. На підматочинних частинах за допомогою пресової посадки встановлюються колеса.

Осі проектують у кліматичному виконанні УХЛ за ГОСТ 15150-77. Для вагонів магістральних залізниць колії 1520 мм осі виготовляють з осьової заготовки за ГОСТ 4728-89 [40]. Для вагонів основних типів використовується сталь марки ОсВ, хімічний склад якої, %, складає: вуглець 0,4...0,48; марганець 0,55...0,85; кремній 0,15...0,35; фосфор – не більше 0,04; сірка – не більше 0,45; хром та нікель – не більше кожного по 0,3; мідь – не більше 0,25.

Механічні властивості матеріалу осі повинні відповідати вказаним у табл. 1.6 властивостям.

Таблиця 1.6

Механічні властивості матеріалу вагонної осі

Тимчасовий опір при розтягуванні, МПа	Відносне подовження, %, не менше	Ударна в'язкість, МДж/м ²	
		Середнє значення, не менше	Мінімальне значення
580,0 – 615,0	20,0	0,5	0,35
620,0 – 645,5	19,0	0,4	0,3
650 та більше	18,0	0,35	0,3

Параметри шорсткості чистової осі встановлені ГОСТ 2789-73. У відповідності з ГОСТ 4008-89 гарантійний термін експлуатації чистових осей 8,5 років, а термін служби – 15 років.

Знаки маркування та клейма, що стосуються виготовлення осей, наносяться за ДСТУ 31334:2009 [37].

На середній частині чорнової осі, згідно за ГОСТ 4728-1996, має бути вибито в гарячому стані чіткі знаки висотою від 10 до 15 мм та глибиною від 1 до 3 мм (рис. 1.33).

Кожна чорнова вісь має бути з клеймами ВТК та представника замовника (рис. 1.33).

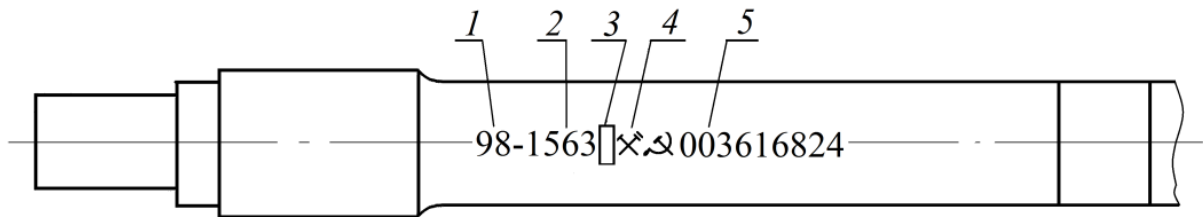


Рис. 1.33. Знаки та клейма на чорновій осі: 1 – дві останні цифри року виготовлення чорнової осі; на осях, виготовлених куванням із зливка, ставлять римськими цифрами і місяць виготовлення; 2 – номер плавки; 3 – клейма ВТК; 4 – клейма представника замовника; 5 – номер чорнової осі (0036 – умовний номер підприємства-виробника; 16824 – порядковий номер чорнової осі)

Примітка. Якщо умовний номер підприємства-виробника однозначний, то попереду ставлять три нулі, у разі двозначного – два нулі, перед тризначним – один нуль.

На торцях чистової осі наноситься маркування з відповідним розташуванням знаків і клейм (рис. 1.34).

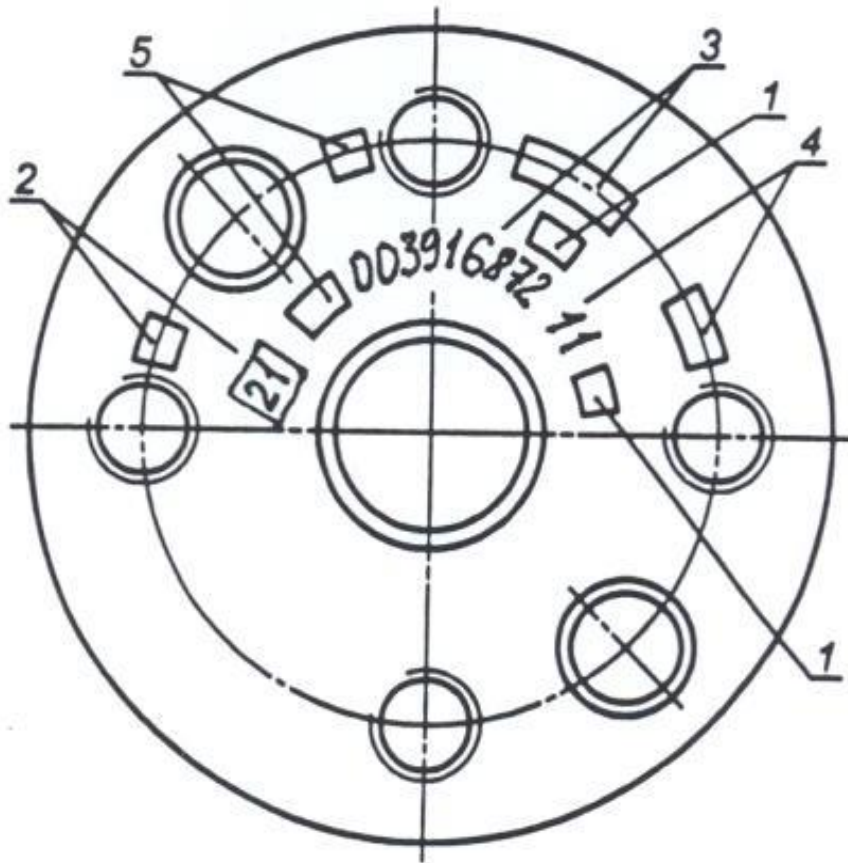


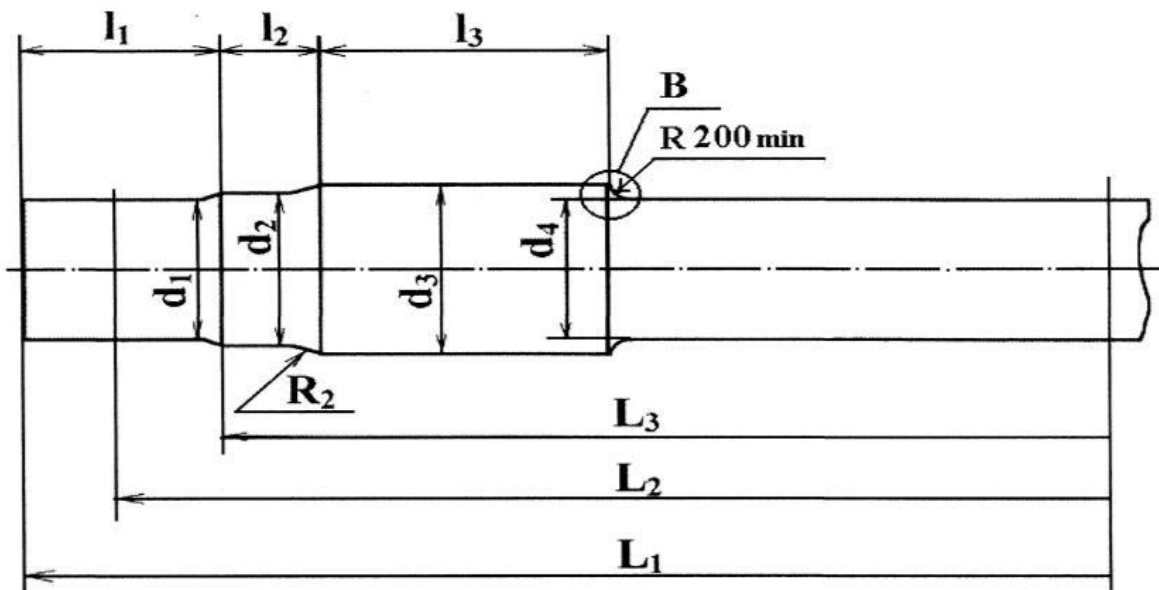
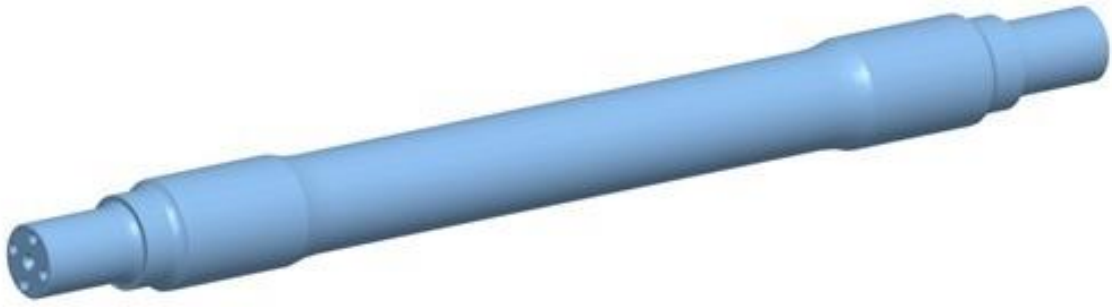
Рис. 1.34. Розташування знаків і клейм на торці нової чистової осі: 1 – приймальні клейма; 2 – умовний номер підприємства, що здійснювало обробку та перенесло знаки маркування; 3 – номер осі; 4 – дві останні цифри року виготовлення чорнової осі; 5 – клеймо технічного контролю підприємства-виробника чистової осі

1.7.1. Осі колісних пар вантажних вагонів

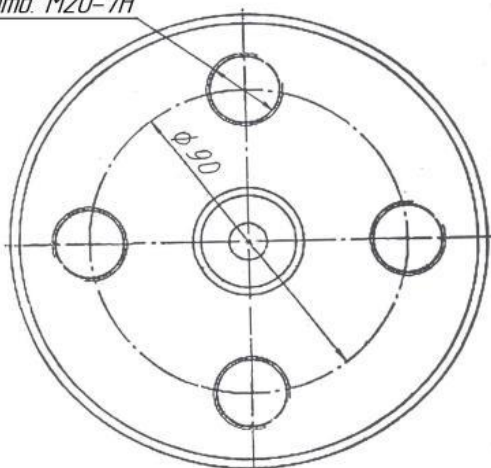
Вісь типу РУ1Ш (рис. 1.35) має торцеве кріплення шайбою. На торцях осі виконано чотири різьбових отвори М20 (осі виготовлення до 1983 року мали три отвори М20).

Колісні пари з осями РУ1Ш з кріпленням шайбою і трьома болтами використовуються тільки під вантажними вагонами.

Вісь типу РВ2Ш виготовляється за конструкторською документацією, затвердженою в установленому порядку (рис. 1.36). На торцях осі виконуються три різьбових отвори М24 або чотири різьбових отвори М20.



4 отв. M20-7H



3 отв. M20-7H

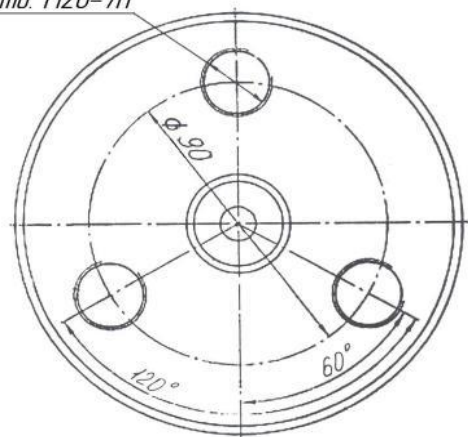


Рис. 1.35. Вісь типу РУ1Ш

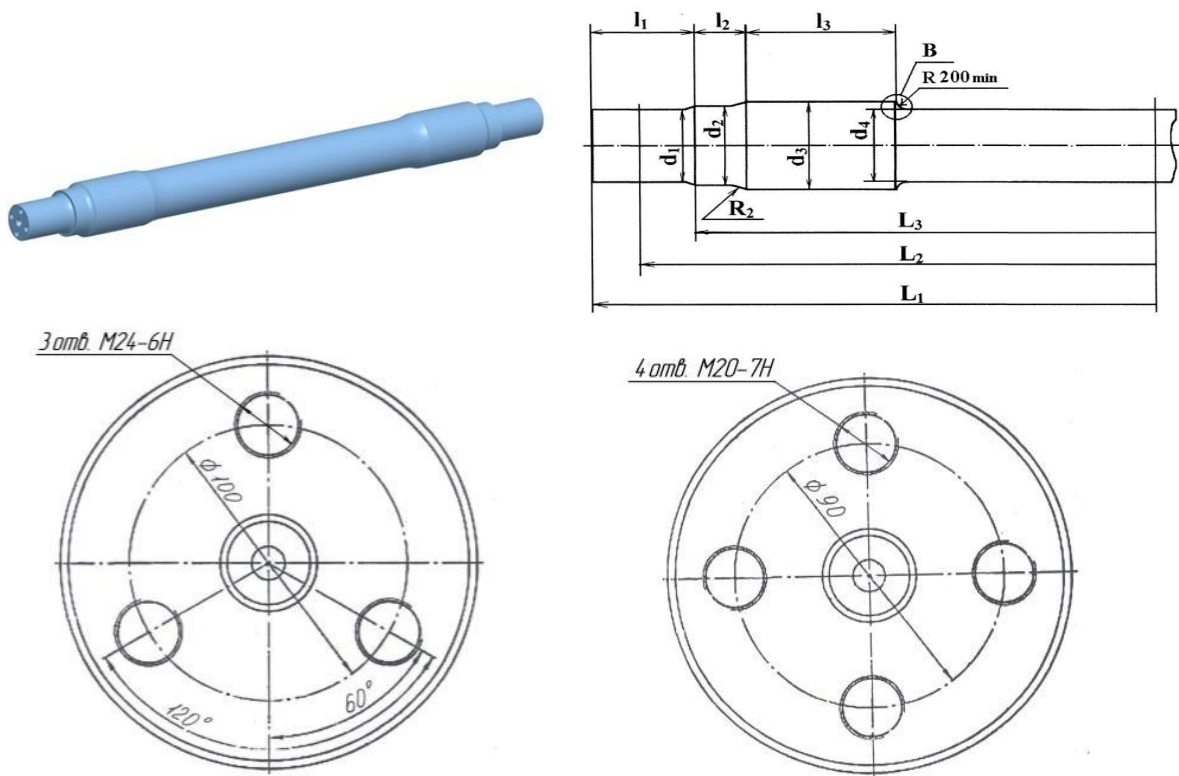
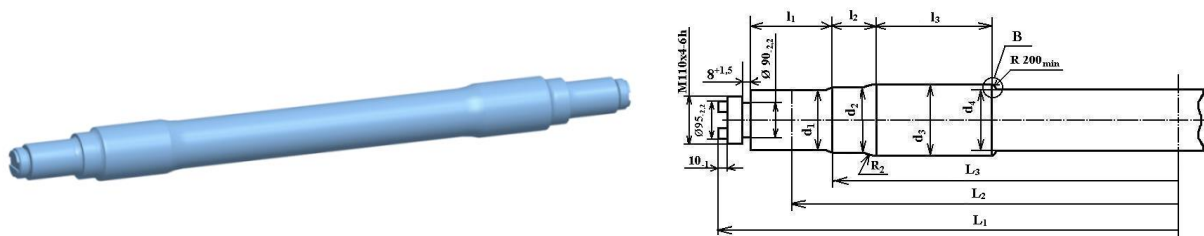


Рис. 1.36. Вісь типу RB2Ш

До 1993 року виготовлялись осі типу РУ1 за ГОСТ 22780-93 (рис. 1.37).



виконання вузла В
варіант 1

варіант 2

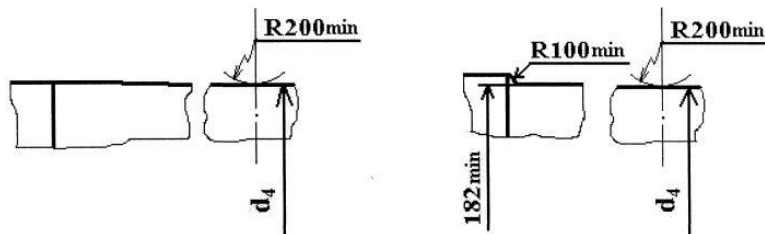


Рис. 1.37. Ось типу РУ1

Основні розміри, що допускаються, для стандартних типів осей вагонів широкої колії наведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Основні розміри нових осей

Показник	Тип осі					
	РУ1		РУ1Ш		РВ2Ш	
	Номинальний розмір, мм	Граничне відхилення	Номинальний розмір, мм	Граничне відхилення	Номинальний розмір, мм	Граничне відхилення
d_1	130	+0,052 +0,025	130	+0,052 +0,025	150	+0,090 +0,065
d_2	165 ¹⁾	+0,20 +0,12	165 ¹⁾	+0,20 +0,12	185	+0,165 +0,091
d_3	194 ²⁾	+2,0 -0,5	194 ²⁾	+2,0 -0,5	210 ²⁾	+2,0 -0,5
d_4	172 ³⁾	+3,0	172 ³⁾	+3,0	180	+3,0
R_2	25	-	25	-	25	-
l_1	176	+1,0 -0,5	190 ⁴⁾	+1,0 -0,5	210	-
l_2	76	±1,0	76	±1,0	71	+0,5 -1,5
l_3 ⁵⁾	250 min	-	250 min	-	250 min	-
L_1	2294	+1,0 -3,0	2216	+1,0 -3,0	2246	+1,0 -3,0
L_2	2036	-	2036	-	2036	-
L_3	1836	±1,0	1836	±1,0	1826	±1,0

Примітки:

- 1) допускається граничне відхилення $\begin{matrix} +0,12, \\ +0,10, \end{matrix}$
- 2) допускається граничне відхилення $\begin{matrix} +4,0, \\ +0,5, \end{matrix}$
- 3) при виконанні вузла В за варіантами 1 або 2 $d_4 = 165^{+5}$ мм;
- 4) розмір для довідок;
- 5) для осі з конусоподібною середньою частиною $l_3 = 265$ мм.

1.7.2. Осі колісних пар пасажирських вагонів

У колісних парах пасажирських вагонів, які експлуатуються з конструкційною швидкістю до 160 км/год, використовуються вже відомі осі РУ1Ш та РУ1. Осі РУ1 після 1993 року не виготовляються.

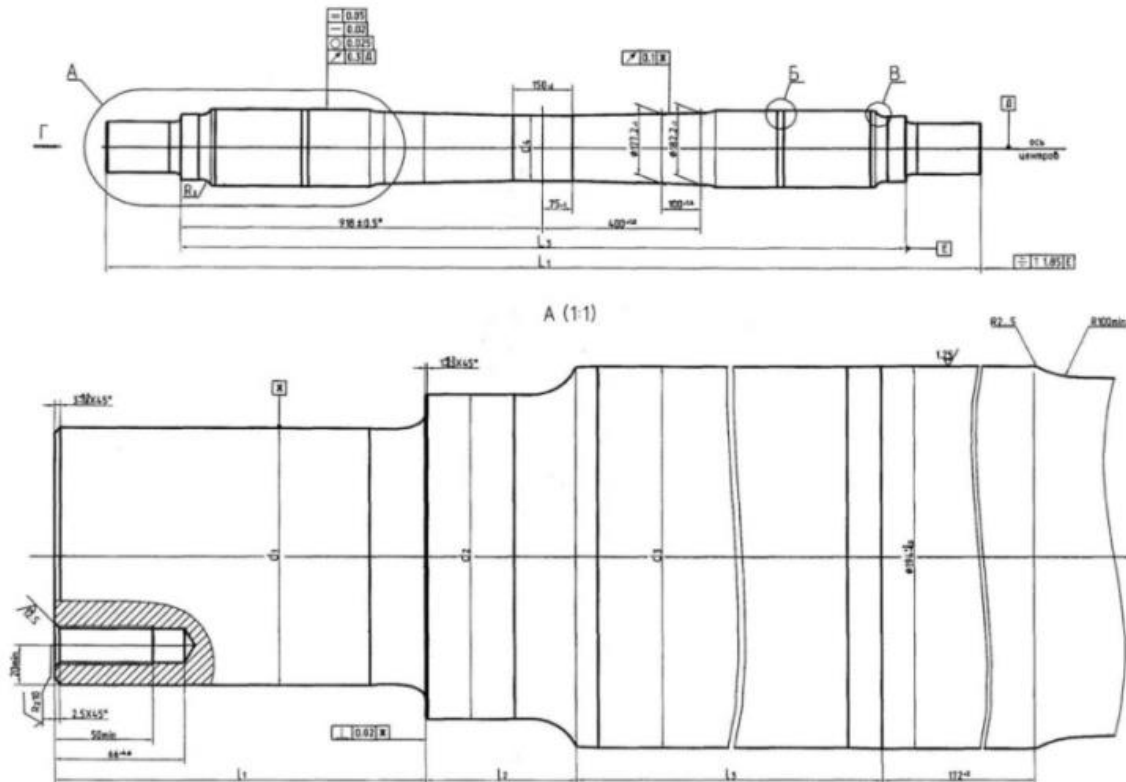


Рис. 1.38. Вісь типу РВ3Ш

У пасажирських вагонах, які експлуатуються з конструкційною швидкістю від 120 до 160 км/год, використовуються осі РВ3Ш (рис. 1.38). Ці осі мають на торцях чотири різьбові отвори М20.

У пасажирських вагонах, які експлуатуються з конструкційною швидкістю від 120 до 200 км/год, використовуються осі РВ1Ш. Ці осі мають на торцях чотири різьбові отвори М20. Розміри осей РУ1 та РУ1Ш наведені в табл. 1.7, основні розміри, що допускаються, для осей РВ1Ш та РВ3Ш – у табл. 1.8.

Основні розміри нових осей

Показник	Тип осі			
	РВ1Ш		РВ3Ш	
	Номінальний розмір, мм	Граничне відхилення, мм	Номінальний розмір, мм	Граничне відхилення, мм
d_1	130	+0,052 +0,025	150	+0,090 +0,065
d_2	165	+0,20 +0,12	165	+0,20 +0,12
d_3	194	+2,0 -0,5	210	+2,0 -0,5
d_4	172	+3,0	166	-1,0
R_2	25	±1,0	25	±1,0
l_1	188	-1,85	188	-1,85
l_2	76	±1,0	76	+0,5 -1,5
l_3	310	+2,0	240	+2,0
L_1	2212	-	2212	-
L_3	1836	±1,0	1826	±1,0

1.7.3. Порожністі осі

В експлуатації вісь працює при нестационарному режимі навантаження при обертанні колісної пари. Тому вона буде зазнавати знакозмінних напружень з амплітудами змінної величини. Такий нестационарний режим вимагає застосування заходів щодо підвищення межі витривалості осьової сталі.

З цією метою після механічної обробки всю поверхню осі накатують роликми на спеціальних токарно-накатних верстатах. Після накатування шийки осі та підматочинні частини шліфують, в одній камері промивають водним розчином триетаноламіну, в іншій – обдувають повітрям.

Підвищення втомної міцності матеріалу осі може бути також досягнуто вдосконаленням термічної обробки. Наприклад, індукційне гартування порівняно зі звичайною термообробкою підвищує межу витривалості удвічі. Проте при цьому різко знижується міцність пресового з'єднання таких осей з колесами.

Специфіка роботи осі полягає в тому, що при навантаженні напруження згинання за площею поперечного перерізу розподіляються нерівномірно, досягаючи максимальних значень у зовнішніх і найменших – у внутрішніх волокнах. Ця обставина ставить проблему заміни суцільного перерізу осі порожнистим, не викликаючи помітного збільшення габаритних розмірів, але сприяє зменшенню маси на 100...110 кг порівняно з віссю суцільного перерізу. Крім того, при виготовленні порожнистих осей вдається досягти покращення структури і механічних властивостей металу.

В СРСР перші колісні пари з порожнистими осями були спроектовані ще в 1945 році, а вже через два роки, у 1947 році, за цими кресленнями виготовлена перша дослідна партія [64]. При цьому частина осей виконана з товстостінних труб, прокатаних на трубопрокатній пільгерній установці, а частина – з литих гільз, відлитих відцентровим способом (рис. 1.39).

Лабораторні та експлуатаційні випробування цих осей показали їх більш низькі характеристики міцності порівняно з суцільними осями, що використовувалися в той час. Основні причини низької міцності цих порожнистих осей – недостатньо обґрунтований вибір розмірів, особливо в підматочинній частині, і недоліки технології виготовлення.

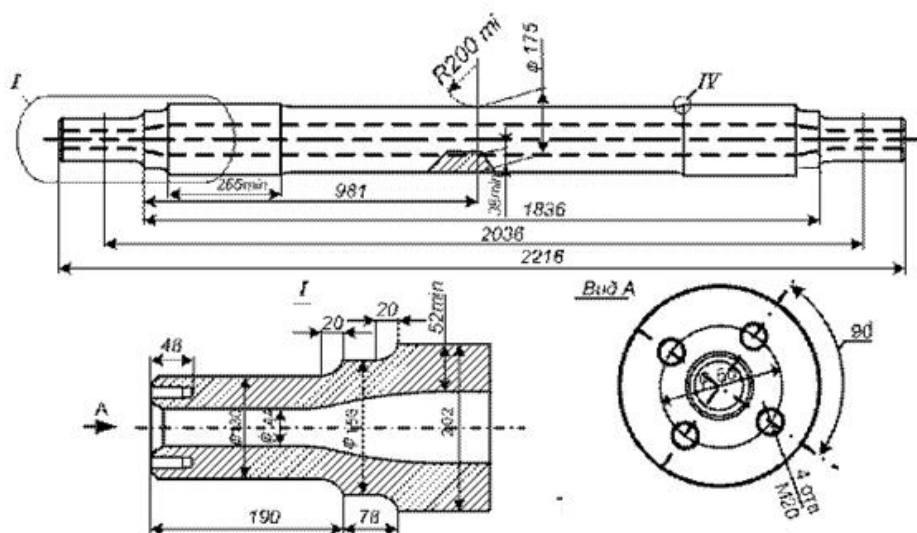


Рис. 1.39. Порожниста вісь

При проектуванні порожнистих осей виходили з помилкової вимоги збереження рівного з суцільними осями діаметра підматочинної частини, вважаючи, що при збільшенні його потрібна зміна конструкції і розмірів коліс. Насправді необхідне підвищення діаметра порожнистої осі в підматочинній частині не вимагає зміни розмірів і конструкції коліс, а тому не може викликати труднощів при формуванні та ремонті колісних пар.

З урахуванням цього Уральським вагонобудівним заводом у 1957-1965 роках були розроблені три конструкції порожнистих осей з роликowymi підшипниками і одна з підшипниками ковзання для колісних пар вантажних і пасажирських вагонів. У 1959-1965 роках за допомогою науково-дослідного та конструкторсько-технологічного інституту трубної промисловості вагонобудівниками була розроблена технологія, за якою були виготовлені дослідні та дослідно-промислові партії порожнистих осей, конструкції яких коригувалися за результатами досліджень ВНИИЖТ.

Конструкції порожнистих осей для вагонних колісних пар з роликowymi підшипниками розрізняються між собою наявністю глухого і наскрізного отвору в шийці, а також оформленням торця осі залежно від прийнятого способу кріплення підшипників. Крім того, порожнисті осі проектувалися з середніми частинами циліндричної та конічної форми.

Перевага була віддана циліндричній формі середньої частини, яка порівняно з конічною дає додаткове зниження ваги (вага порожнистої вагонної осі з циліндричною середньою частиною 318,5 кг, з конічною 335 кг) і сприяє більш раціональному розподілу напружень в осі.

Для впровадження також пропонувалися осі, виготовлені з товстостінних труб шляхом висадки шийок і підматочинних частин, отримані відцентровим відливанням, виконані висвердлюванням внутрішньої частини.

Проте створення надійних колісних пар з порожнистими осями є складним завданням. Досвід експлуатації таких колісних пар показав, що зусилля розпресовування коліс виявилось меншим, ніж зусилля запресовування. Це свідчить, що в процесі експлуатації натяг слабшав. Через це подібні осі та колісні пари вилучили з експлуатації.

У світовій практиці відомо також про використання складених і телескопічних осей. Найчастіше застосовують осі, що складаються з двох півосей різної довжини, встановлених у напрямку, яка жорстко закріплена на одній з півосей. Телескопічні осі також можуть складатися з двох порожнистих півосей різного діаметра.

1.8. Колеса, їх призначення і типи

1.8.1. Конструктивні особливості коліс вагонів колії 1520 мм

На залізничному транспорті застосовується широкий конструктивний ряд коліс, які умовно можна поділити на суцільнокатані, складені і бандажні. Також їх можна класифікувати за профілем кочення.

Суцільнокатані колеса виготовляються з різних сталей методом гарячого штампування з наступною механічною і термообробкою. Такі колеса можна розділити за особливістю профілю кочення колеса і формою диска. Профіль кочення колеса і форма диска обумовлюються стандартами і технічними умовами. За роботою [34], розділяють колеса з плоскоконічною і криволінійною формою диска (рис. 1.40), а також два різновиди профілю кочення – для швидкості руху до 160 км/год і більше 160 км/год.

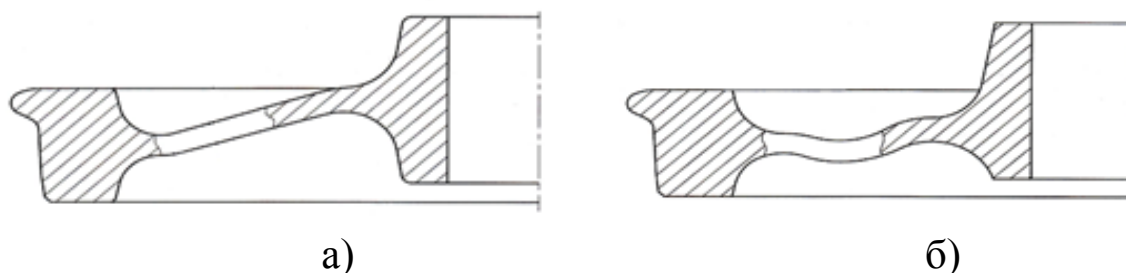


Рис. 1.40. Суцільнокатані колеса з різною формою диска: а – плоскоконічна форма диска; б – криволінійна форма диска

Перевагами суцільнокатаних коліс є відносна простота у виготовленні, висока міцність, недоліками – інтенсивне спрацьовування поверхні кочення і бракування коліс за цим чинником.

Колеса розрізняються:

- конструкцією – безбандажні (суцільні) і бандажні (складові, тобто складаються з бандажа, колісного центра і запобіжного кільця);
- матеріалом – сталеві і чавунні;
- способом виготовлення – катані і литі;
- розмірами діаметра кола кочення обода (950, 957 та 1050 мм).

Основними елементами колеса будь-якої конструкції є обід, диск і маточина. В експлуатації колеса, перекочуючись по рейковій колії, передають на неї значні статичні і динамічні навантаження через невелику площу, працюючи в складних умовах навколишнього середовища. Водночас у процесі гальмування між колесами і гальмівними колодками, а також у контакті з рейками виникають сили тертя, що призводять до нагріву і зносу обода. Це сприяє утворенню ряду дефектів. Удари на стиках можуть викликати появу тріщин і відколів в ободах коліс.

У найскладніших умовах навантаження знаходиться обід і особливо та його поверхня, якою він котиться по рейці (поверхня кочення). Метал обода повинен мати велику міцність, ударну в'язкість, зносостійкість; метал маточини, що утримується на осі силами пружності, – необхідну в'язкість. Диск колеса повинен мати пружність. Ці вимоги задовольняються в конструкції складового колеса, де бандаж виготовляється зі сталі високої міцності і твердості, а колісний центр – з більш в'язкої і дешевої сталі. При досягненні граничного спрацьовування або у випадку появи іншого пошкодження бандаж можна замінити без зміни колісного центра.

Такі колеса поширені в ряді західноєвропейських країн, а у минулі роки використовувались і на залізницях нашої країни. Проте порівняно з суцільними колесами бандажним колесам властиві значні недоліки: менші міцність і надійність (можливість послаблення бандажа, часта поява тріщин у колесах і зсуви коліс

з осі), велика трудомісткість формування колісної пари (необхідність розточування і насадки бандажів), велика маса (на 36 кг для колеса діаметром 957 мм). Ці недоліки особливо істотно позначаються при підвищенні швидкості руху поїздів і збільшенні навантажень на колеса. Тому бандажні колеса замінено безбандажними, з яких найбільш надійними є суцільнокатані.

Суцільнокатане колесо складається з обода 1, диска 2 та маточини 3 (рис. 1.41). Робоча поверхня колеса являє собою поверхню кочення 4. Номінальний розмір ширини обода L_2 складає 130 мм.

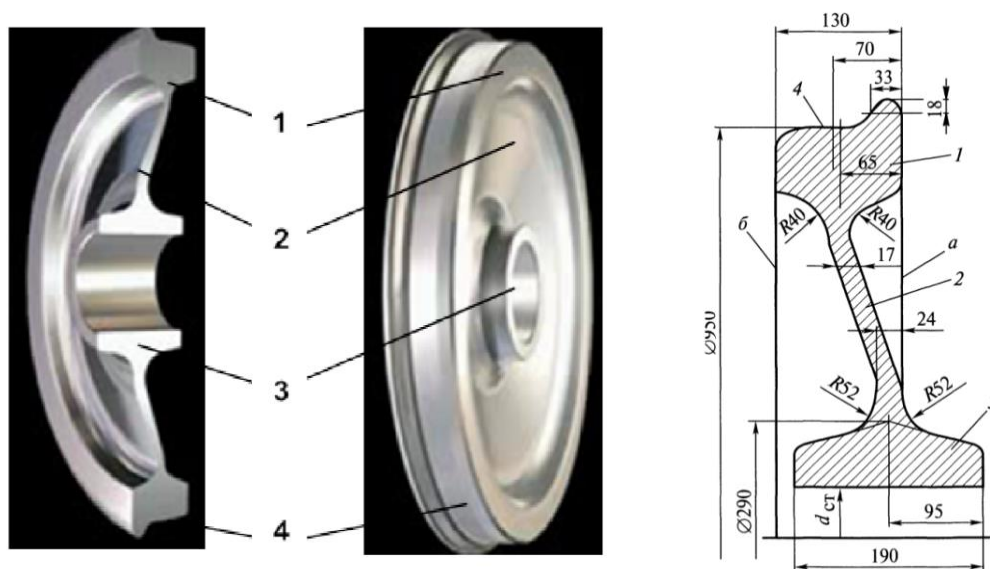


Рис. 1.41. Елементи суцільнокатаного колеса

На відстані 70 мм від внутрішньої грані обода, що є базовою, розташоване уявне коло кочення, яке використовується для вимірювання спеціальними інструментами діаметра колеса, товщини обода та прокату. Протилежна грань називається зовнішньою. Маточина 3 об'єднана з ободом 1 диском 2. Останній розташований під деяким кутом до площини кола кочення. Це надає колесу пружності і сприяє зменшенню рівня динамічних сил під час руху вагона. Маточина призначена для посадки колеса на підматочинну поверхню осі. Зони переходів від маточини до диска і від диска до обода виконані без перегинів таким чином, щоб максимально знизити вплив концентраторів напружень.

Суцільнокатані колеса для вагонів широкої колії виготовляють за ДСТУ ГОСТ 10791:2016 [34]. Такі колеса відрізняються більш раціональним розподілом металу по перерізу диска і маточини, меншим ухилом внутрішньої поверхні обода, відсутністю отворів для водил колесотокарного верстата (вони являють собою концентратори напружень), а також посиленням допусків на відхилення розмірів окремих елементів, внаслідок чого досягається зменшення дисбалансу колеса.

Маса колеса складає 385 кг. Полегшені колеса нового покоління мають номінальний розмір діаметра по колу кочення 957 мм. Товщина обода забезпечує можливість багаторазового відновлення профілю поверхні кочення.

Диск зміцнюється наклепом дробом або іншим методом. Матеріал коліс має підвищену твердість до 350-380 НВ після термообробки, що дозволяє підняти в 1,5-2 рази зносостійкість гребеня колеса і в 1,5-2 рази знизити ймовірність утворення вищербин.

За ДСТУ ГОСТ 10791:2016, суцільнокатане колесо виготовляють із сталі двох марок: 1 – для пасажирських вагонів; 2 – для вантажних вагонів колії 1520 мм з навантаженням від осі на рейки до 228 кН. Механічні властивості термічно оброблених коліс повинні відповідати нормам, наведеним у табл. 1.9.

Таблиця 1.9

Механічні властивості матеріалу вагонного колеса

Марка сталі колеса	Тимчасовий опір, МПа	Відносне подовження	Відносне звуження	Твердість, за Бринелем
		не менше, МДж/м ²		
1	882÷1078	12	21	248
2	911÷1107	8	14	255

Розміри нових коліс наведено в табл. 1.10 та на рис. 1.42.

Таблиця 1.10

Основні розміри суцільнокатаних коліс

Показник	Номінальне значення, мм	Граничне відхилення
Діаметр по колу кочення D	957	± 7
Діаметр внутрішньої поверхні обода з зовнішнього боку колеса D_H	810	-10
Діаметр внутрішньої поверхні обода з внутрішнього боку колеса D_B	810	-10
Ширина обода колеса B	130	+3
Висота гребеня h_r	28	-1
Діаметр зовнішньої поверхні маточини з зовнішнього боку колеса $D_{MЗ}$	263	± 3
Діаметр зовнішньої поверхні маточини з внутрішнього боку колеса D_{MB}	263	± 3
Діаметр отвору маточини колеса d	175 190	-4 -4
Довжина маточини B_M	190	± 10
Відстань від торцевої поверхні маточини до бокової поверхні обода з внутрішнього боку колеса r	82	+5
Товщина диска біля обода колеса $B_{до}^*$	19	+4
Товщина диска біля маточини колеса $B_{дм}$	24	+4

Примітки:

*) для коліс, виготовлених:

- до 1988 року – 17^{+3} мм;
- з 1988 року по 2011 рік – 19^{+3} мм;
- з 2011 року – 19^{+4} мм.

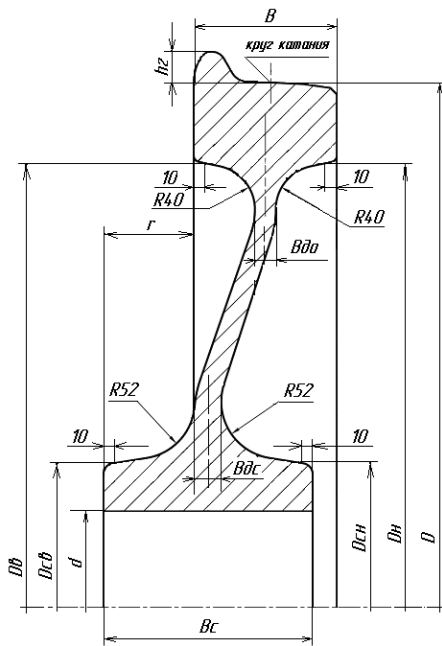


Рис. 1.42. Основні розміри суцільнокатаного колеса

Хімічний склад сталей, %, такий: марка 1 – вуглець – $0,44 \div 0,52$, марганець – $0,8 \div 1,2$, кремній – $0,4 \div 0,6$; ванадій – $0,08 \div 0,15$; марка 2 – вуглець – $0,55 \div 0,65$; марганець – $0,5 \div 0,9$, кремній – $0,20 \div 0,42$ %. Для обох марок сталей допускається не більше: фосфору – $0,035$ %, сірки – $0,04$ %.

Дозволяється використовувати литі колеса, умови їх експлуатації встановлюються окремими розпорядженнями ПАТ "Укрзалізниця".

На зовнішній боковій поверхні обода колеса в гарячому стані на відстані від 3 до 10 мм від краю внутрішньої поверхні мають бути нанесені знаки (цифри) маркування висотою від 10 до 12 мм та глибиною до 4 мм, за ДСТУ 10791 (рис. 1.43).

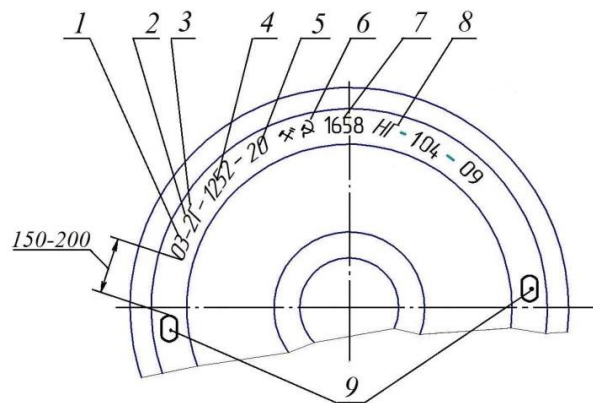


Рис. 1.43. Знаки та клейма на зовнішній грані обода суцільнокатаного колеса: 1 – рік виготовлення (дві останні цифри); 2 – марка сталі колеса (1, 2, 3, T*); 3 – наявність вмісту вуглецю в сталі марки 2 більше $0,63$ %; 4 – номер плавки; 5 – умовний номер підприємства-виробника колеса; 6 – приймальні клейма ПАТ «Укрзалізниця»; 7 – номер колеса; 8 – клеймо наплавлення гребеня, номер підприємства, рік наплавлення; 9 – код держави-власника колеса, що наносять на площадках у двох місцях: перше клеймо – на відстані від 150 до 200 мм від основного маркування, друге – з діаметрально протилежного боку

Між умовним номером підприємства-виробника та номером колеса на боковій поверхні обода треба виконувати площадку розміром 30×15 мм для приймальних клейм ПАТ «Укрзалізниця» в холодному стані.

1.8.2. Профіль поверхні кочення колеса

Для раціональної взаємодії коліс і рейкової колії важливе значення має форма поверхні кочення – профіль колеса.

Оброблений обід колеса повинен мати один із профілів поверхні кочення відповідно до рис. 1.44, 1.45 [50].

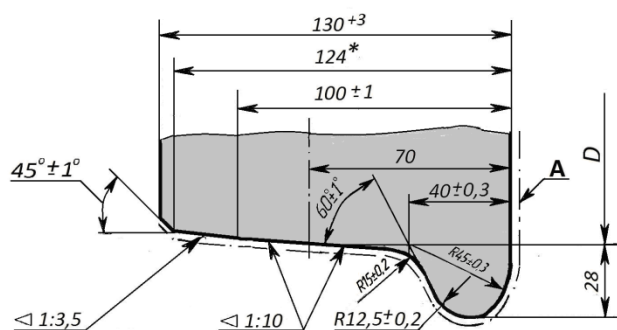


Рис. 1.44. Профіль ободів коліс пасажирських і вантажних вагонів з вихідною товщиною гребеня 33 мм

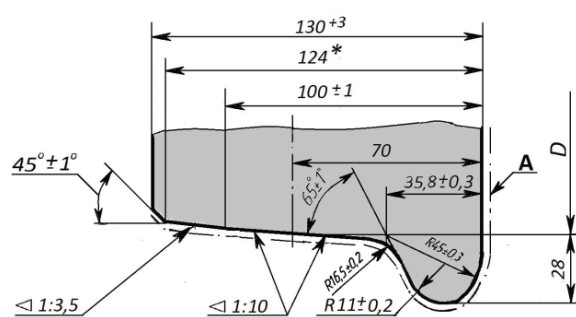


Рис. 1.45. Профіль ободів коліс вантажних і рефрижераторних вагонів з вихідною товщиною гребеня 30 мм

Гребінь, що запобігає сходу колісної пари з рейок, має кут нахилу зовнішньої грані 60°. Конічна поверхня, на відміну від циліндричної, запобігає утворенню нерівномірного по ширині колеса зносу (прокату), полегшує проходження кривих і центрує колісну пару в прямих ділянках колії. Проте через конічну форму поверхні кочення з'являється звивистий рух колісної пари. Поверхнею, розташованою біля зовнішньої вертикальної грані, колесо рідше спирається на рейку, тому вона менше зношується, ніж основна поверхня контакту. Завдяки наявності конусності 1:3,5 і фаски зовнішня грань колеса підводиться над головою рейки, чим полегшується проходження стрілочних переводів за наявності прокату або напливу металу на колесі.

Оскільки колесо має конічну поверхню, його діаметр, величину прокату і товщину обода вимірюють у певній площині – по колу кочення, що знаходиться на відстані 70 мм від внутрішньої грані колеса. Відстань між колами кочення коліс у вагонів широкої колії складає $2S=1580$ мм.

У 90-ті роки минулого століття після значного збільшення інтенсивності зносу гребенів виникла проблема розроблення нових зносостійких профілів. Були розроблені профілі, що за своїм обрисом близькі як до неконформного (яким є профіль ДСТУ 10791:ДСТУ ГОСТ 2016), так і до конформного.

Конформним називають профіль, у якого обрис пригребеневої зони (починаючи від умовного кола кочення і закінчуючи радіусним переходом до гребеня) є дзеркальним відображенням відповідної частини головки середньозношеної рейки.

Неконформним називають профіль, у якого обрис пригребеневої зони відрізняється від обрису рейки – радіус переходу від гребеня до опорної поверхні значно менший за радіус робочої викружки рейки, а сама опорна поверхня має конічну твірну, що відрізняється від форми верхньої частини рейки.

Слід зазначити, що перші профілі кочення зі зниженим зносом гребенів для вагонів колії 1520 мм були розроблені В. П. Єсауловим (співробітником Дніпропетровського металургійного інституту) у минулому сторіччі й названі "профілями ДМетІ" [10, 57].

Обрис профілю ДМетІ (рис. 1.46), окрім перехідного радіуса $R_1=24$ мм, характеризується наявністю пригребеневої криволінійної поверхні $R_2=514$ мм, що забезпечує підвищення конусності в напрямку від кола кочення до гребеня.

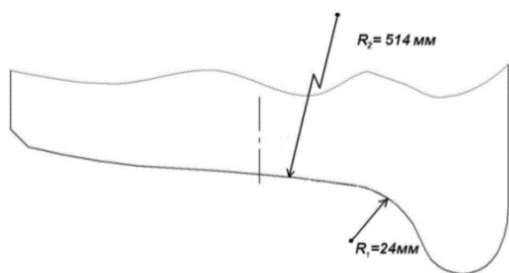


Рис. 1.46. Профіль ДМетІ

Така конформна побудова профілю знижує інтенсивність зносу гребеня (порівняно з неконформним профілем ДСТУ ГОСТ 10791:2016) на 40 %.

Але при цьому погіршується динаміка руху порожніх вагонів.

На цей час на залізницях України використовується вагонний неконформний профіль ДПТ-УЗ (рис. 1.47). Він знижує інтенсивність зносу гребенів коліс на 30 % (порівняно з профілем за ДСТУ ГОСТ 10791:2016), забезпечуючи задовільну динаміку і безпеку руху вагонів на візках моделі 18-100 [50].

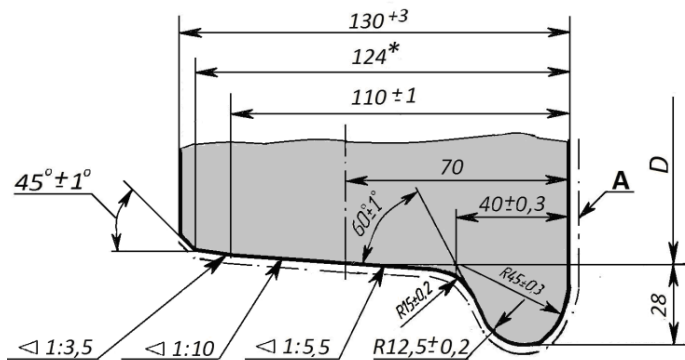


Рис. 1.47. Профіль ДПТ-УЗ коліс вантажних вагонів з вихідною товщиною гребеня 30 мм

Неконформний профіль ДПТ-УЗ має радіус переходу $R_1=15$ мм (в 1,6 рази менший, ніж у ДМетІ), а обрис пригребеневої зони складається з трьох прямих ділянок, що мають нахил, починаючи від гребеня, $1/11$ (конусність $1:5,5$), потім $1/20$ ($1:10$) та $1/7$ ($1:3,5$).

Зазначений профіль не призводить до погіршення надійності та зниження ресурсу рейок. Експлуатаційні випробування вагонів з колесами глибокого загартування, обточеними по профілю ДПТ-УЗ, показали, що інтенсивність зносу гребенів перебуває в межах $0,3 \div 0,4$ мм/ 10^4 км, а пробіг вагона між обточуваннями коліс перевищує 150 тис. км [14, 19]. Це виключає необхідність проміжних обточувань між плановими ремонтами.

В Інституті технічної механіки Національної академії наук України і Державного космічного агентства України (ІТМ НАНУ і ДКАУ) для зменшення зносу контактної пари "колесо-рейка" і збільшення ресурсу колісних пар розроблено новий нелінійний зносостійкий профіль обода коліс ІТМ-73 (рис. 1.48).

У теоретичних дослідженнях довелося застосувати комплексний підхід, що полягає в пошуку компромісного рішення при суперечливих критеріях, якими є зниження зносу

коліс і поліпшення динамічних якостей вагонів [28]. При використанні профілю ІТМ-73, за даними розрахунків й експериментальних випробувань, інтенсивність зносу гребенів коліс зменшена, але при цьому показники динамічних якостей вантажних вагонів не виходять за межі допустимих значень у діапазоні експлуатаційних швидкостей.

В ІТМ НАНУ і ДКАУ проведено дослідження зі створення ще більш зносостійкого профілю коліс із урахуванням форми зносу головок рейок Р65, а також можливості зниження втрат металу при обточуваннях коліс.

У результаті було створено новий профіль обода коліс ІТМ-73-01 [62] для вантажних вагонів¹ (рис. 1.49)

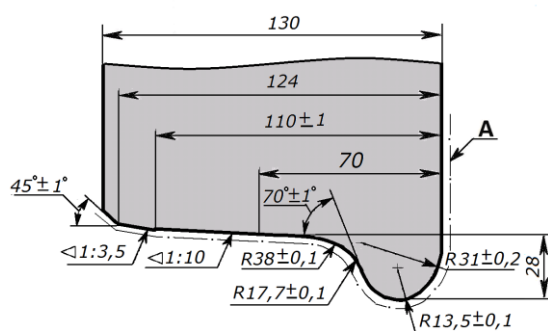


Рис. 1.48. Профіль ІТМ-73 поверхні кочення коліс вантажних вагонів з початковою товщиною гребеня 32,0 мм

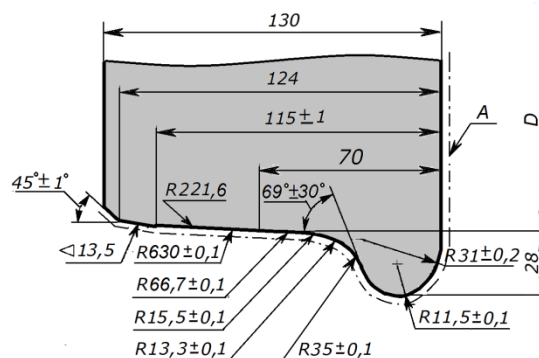


Рис. 1.49. Профіль ІТМ-73-01 поверхні кочення коліс вантажних вагонів з товщиною гребеня після обточування 29,0 мм

1.8.3. Конструкції деяких спеціальних коліс

Для коліс, що використовуються у швидкісних поїздах, трамваях, вагонах метро, використовуються диски з шумо-, вібропоглинаючого матеріалу (рис. 1.50). Заготовки під колесо з дисками виготовляють так само, як і суцільнокатані, але при цьому виконують спеціальні отвори для кріплення.

¹ Всі матеріали стосовно розроблення та переваг профілю ІТМ-73 надані завідувачем відділу статистичної динаміки механічних систем, членом-кореспондентом Національної академії наук України, доктором технічних наук, професором В. Ф. Ушкаловим.



Рис. 1.50. Колісна пара з шумопоглинаючими дисками

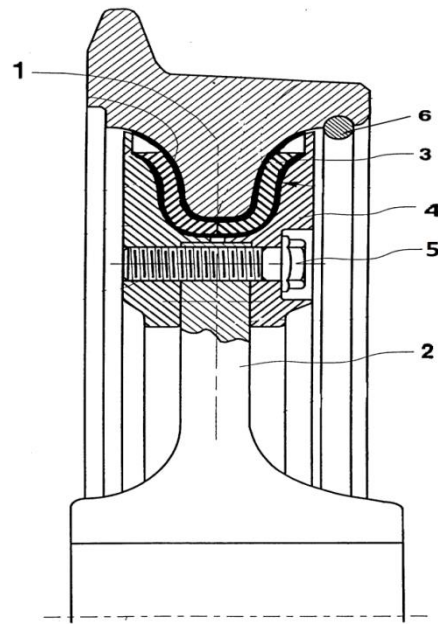


Рис. 1.51. Складене залізничне колесо

Складене залізничне колесо (рис. 1.51) містить обід 1, центральну частину 2, амортизатор 3, що має U-подібний переріз, розташований між центральною частиною і ободом, два фланці 4, які кріпляться за допомогою болтів 5 до центральної частини колеса [63]. Також встановлено фіксувальне кільце 6.

Спосіб виготовлення характеризується тим, що спочатку виготовляють із сталеві заготовки за допомогою кування моноблочне колесо – центральну частину, що складається з маточини і диска, обід, з'єднаний з диском за допомогою галтелів, потім відділяють обід від центральної частини вирубуванням на вирубному штампі по лінії з'єднання диска і галтелів, а перед складанням піддають механічній обробці обід і центральну частину.

Конструкція колеса має значно поліпшені динамічні властивості і підвищену стабільність амортизатора. Також значним плюсом є спрощення ремонту колісної пари при зносі поверхні кочення колеса.

Колесо Фридберга [60] застосовується в залізничному транспорті, метрополітені, трамваях і т. п. Залізничне колесо (рис. 1.52) містить маточину 1, призначену для закріплення на осі

2 колісної пари, і обід 3 з поверхнею кочення 4 і гребенем 5, сполучений з маточиною за допомогою конічних поверхонь 7, 8 з можливістю незалежного обертання.

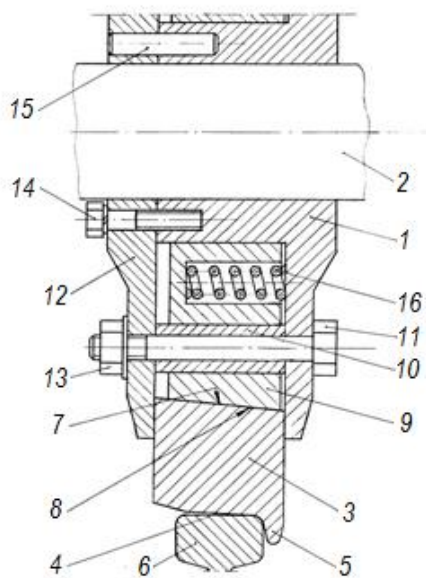


Рис. 1.52. Колесо Фридберга

Одна з конічних поверхонь виконана на введеному в колесо кільці 9, встановленому на маточині з можливістю обмеженого осьового переміщення. Кільце фіксується від повороту за допомогою встановлених в отвори втулок 10 і болтових з'єднань 11, 13, які кріпляться до маточини і кришки 12. Кільце підпружинено пружинами 16 відносно маточини в напрямі вершини конічних поверхонь. Кришка кріпиться до маточини за допомогою болтів 14 і напрямних осей 15.

Технічний результат цієї конструкції – зменшення зносу конічних поверхонь сполучення з маточиною, а також підвищення жорсткості колеса.

Колесо з підпружиненим центром містить маточину 1 і обід 2 з бандажем і гребенем колеса, між якими встановлені напрямні 4 та пружні амортизатори 3 (рис. 1.53).

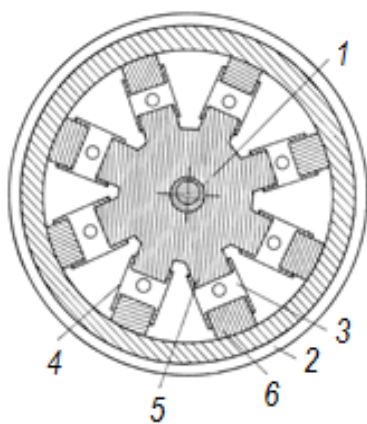


Рис. 1.53. Колесо з підпружиненим центром

Маточина колеса виконана монолітно з силовими напрямними патрубками-фланцями 5. У корпусі маточини колеса виконані силові гнізда-упори, що є фланцями для кріплення пружинних амортизаторів.

На ободі також кріпляться зворотні патрубки 6. Амортизатори колеса виконані у вигляді потрійних пружин.

У результаті підвищується плавність ходу рухомого складу залізничного транспорту, підвищується його вантажопідйомність і швидкість руху.

Колесо з гребенем, що обертається, складається з бандажа 1 і гребеня 2 (рис. 1.54).

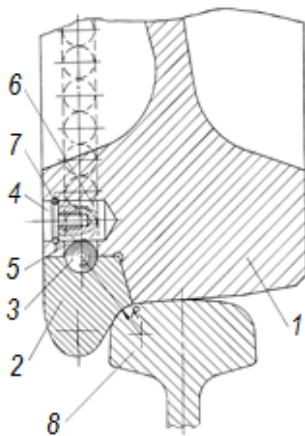


Рис. 1.54. Колесо з гребенем, що обертається

У каналі, утвореному зовнішньою і внутрішньою кільцевими канавками радіусного профілю, виконаними відповідно на циліндричних поверхнях бандажа і гребеня, встановлені тіла кочення у вигляді кульок 3, заведених у канал через отвори 4 і 5. Вихід кульок з каналу перекритий вкладишем 6 і стопорним кільцем 7. При цьому зусилля взаємодії гребеня з рейкою проходить по лінії, розташованій у площині, що перетинає центри кульки і радіуса R рейки перпендикулярно до осі останнього.

Завдяки цьому гребінь не перекошується і працює як зовнішнє кільце кулькового радіально-упорного підшипника. Гребінь не ковзає, а, обертаючись на кульках, котиться разом з бандажем або незалежно від нього по рейці.

Завдяки відсутності ковзання гребеня по рейці зменшується його спрацьовування і відпадає необхідність у застосуванні дорогих пристроїв для змащування рейок. При ремонті нема необхідності відновлювати профіль гребеня шляхом знімання великих обсягів металу з поверхонь кочення бандажа. Таким чином збільшується надійність і довговічність колеса, а через відсутність ковзання гребенів по рейках зменшується опір руху транспортного засобу і витрати енергії на його рух [59].

Бандажне колесо (рис. 1.55) є складальною одиницею, що являє собою суцільнокатаний колісний центр 1 з бандажем 2 і бандажним кільцем 3, що закріплює його, або суцільнокатану деталь, що містить маточину і обід, зв'язані перехідними ділянками радіусів з диском криволінійної форми.

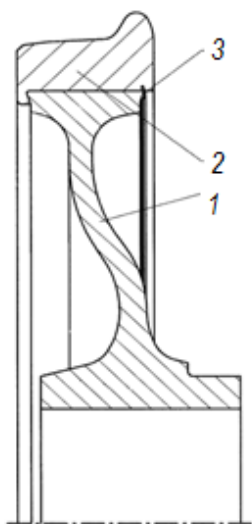


Рис. 1.55. Бандажне колесо

Центральна лінія радіального перерізу диска на ділянці його сполучення з маточиною зміщена уздовж осі обертання колеса відносно центральної лінії радіального перерізу диска на ділянці його сполучення з ободом у бік внутрішньої поверхні.

Величина вказаного зміщення знаходиться в інтервалі значень від 30 до 100 мм.

Технічний результат – підвищення експлуатаційних характеристик залізничного колеса, можливість окремого ремонту і заміни бандажа без порушення пресового з'єднання колеса і осі.

Колесо з приварним гребенем (рис. 1.56) містить обід із стандартним профілем кочення. Внутрішня частина гребеня виконана у вигляді змінного кільця з двома посадковими поверхнями, що приварений до цілісної частини колеса і утворює єдиний гребінь стандартного профілю кочення, із змінною кільцевою частиною, виконаною з матеріалу з твердістю не нижче за твердість матеріалу обода.

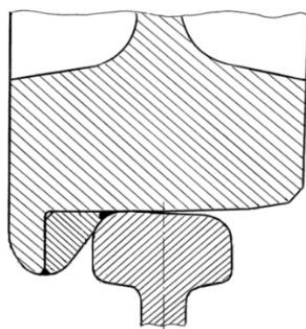


Рис. 1.56. Колесо з приварним гребенем

Така конструкція колеса сприяє підвищенню терміну служби, також відпадає необхідність наплавлення гребеня при ремонті.

Контрольні питання

1. Які основні вимоги повинні задовольняти колісні пари вагонів?
2. У якому році було винайдено колесо з ребордою?
3. Які конструктивні особливості колеса Мензеля?
4. Як класифікуються колісні пари за місцем використання?
5. З яких елементів складається колісна пара?
6. Чим визначається тип колісної пари?
7. Яка колісна пара має торцеве кріплення шайбою?
8. Скільки існує типів колісних пар?
9. У якому рухомому складі використовуються колісні пари з гальмівними дисками?
10. Які конструктивні особливості колісних пар моторних вагонів?
11. На яке максимальне навантаження розрахована колісна пара РВ2Ш-957?
12. Яке призначення розсувних колісних пар?
13. З яких елементів складається вагонна вісь?
14. Які знаки та клейма наносяться на торці нової чистової осі?
15. Яким є термін служби нових чистових осей?
16. Для чого призначені центрові отвори на торцях осей?
17. Чому дорівнює діаметр шийки осі РУ1Ш?
18. Як можна класифікувати вагонні колеса?
19. З яких елементів складається суцільнокатане колесо?
20. Яке призначення гребеня колісної пари?
21. Чому дорівнює кут нахилу гребеня колісної пари?
22. З яких причин поверхня кочення колеса виготовлена конічною?
23. Який тип профілю називається конформним?
24. Чим відрізняється бандажне колесо від суцільнокатаного?

2. ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВОК ОСЕЙ І СУЦІЛЬНО-КАТАНИХ КОЛІС

2.1. Процес виготовлення заготовок осей

Чорнові осі вагонів (заготовки, що піддають подальшій механічній обробці) виготовляють із осьової заготовки квадратного або круглого перерізу, прокатоної з вуглецевої сталі ОсВ (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Чорнова вісь

Залежно від типу виробництва чорнові осі вагонів виготовляють методом кування, штампування, поперечно-гвинтової прокатки або радіально-ротаційним гарячим деформуванням по робочих кресленнях і відповідно до вимог стандартів. При виготовленні чорнкової осі повинні бути дотримані основні технічні вимоги [18, 26]:

- після формоутворення чорнові осі повинні бути піддані нормалізації або нормалізації з додатковим відпусканням;
- кожна вісь після термічної обробки повинна піддаватися ультразвуковому контролю;

- виправлення чорнових осей повинно проводитися після нагріву під нормалізацію або після окремого нагріву до температури не вище 700 °С без наступної термообробки. Температура наприкінці процесу виправлення повинна бути не нижче 600 °С;

- на шийці або середній частині кожної чорнової осі в гарячому стані повинні бути чітко вибиті знаки висотою 10...15 мм і глибиною 1...3 мм у такому порядку (через тире або з проміжком): дві останні цифри року виготовлення; номер плавки; порядковий номер осі, що починається з умовного номера підприємства-виробника.

Чорнові осі, отримані вільним куванням на молотах, мають більші припуски (10...12 мм на бік), спрощену конфігурацію й виконуються без утворення контурів основних елементів осі, що збільшує ковальські напуски. Тому застосування вільного кування для виготовлення чорнових осей припустимо тільки в одиничному виробництві, в основному при виготовленні спеціальних осей.

У серійному виробництві при виготовленні чорнових осей застосовують дво-, триструмкові штампи-бойки. У цьому випадку вісь виконують із утворенням контурів її елементів і порівняно невеликим припуском на механічну обробку. Штампування осей здійснюють на гідравлічних або кривошипних пресах (зусиллям 8...10 МН) із застосуванням маніпуляторів.

У крупносерійному виробництві для виготовлення чорнових осей використовують радіально-кувальні машини. Наприклад, спеціальна механізована потокова лінія виготовлення чорнових осей із застосуванням радіально-кувальної машини складається з індукційної установки для нагріву вихідних заготовок, радіально-кувальної машини НР-32, камери охолодження осей після кування, нормалізаційної печі з камерою для вертикального положення нормалізованих осей, камери охолодження осей після нормалізації. Робота радіально-кувальної машини здійснюється під управлінням оператора або в автоматичному режимі.

Виготовлення чорнових осей поперечно-гвинтовою прокаткою є високопродуктивним і прогресивним методом. Він дозволяє одержати заготовку, розміри якої близькі до розмірів готової осі, і скоротити витрати металу на 15 %. Маршрутний технологічний процес виготовлення чорнових осей наведений на рис. 2.2.

Заготовки (штанги) круглого перерізу діаметром 230 мм надходять на дільницю по роликовому конвеєру. Штанги оглядають і піддають зачищенню, а за наявності поверхневих дефектів – обдиранню. Потім штанги ріжуть дисковими пилами на мірні штучні заготовки й укладають на завантажувальні грати перед кільцевою нагрівальною піччю з обертовим подом. Для завантаження заготовок у піч і вивантаження з печі використовують спеціальну завантажувально-розвантажувальну машину. Нагрівають заготовки до температури 1180...1220 °С протягом 2,5...3 год.

Нагріті заготовки після видачі з печі по роликовому конвеєру через установку гідрозбивання окалини й далі передатним пристроєм подаються до тривалкового стана гвинтової прокатки. Подача заготовки в робочу кліть стана проходить при температурі 1150...1080 °С. Спочатку здійснюється прокатка переднього технологічного кінця заготовки, після чого цей кінець захоплюється механізмом осьового натягу, і далі прокатка заготовки здійснюється з натягом.

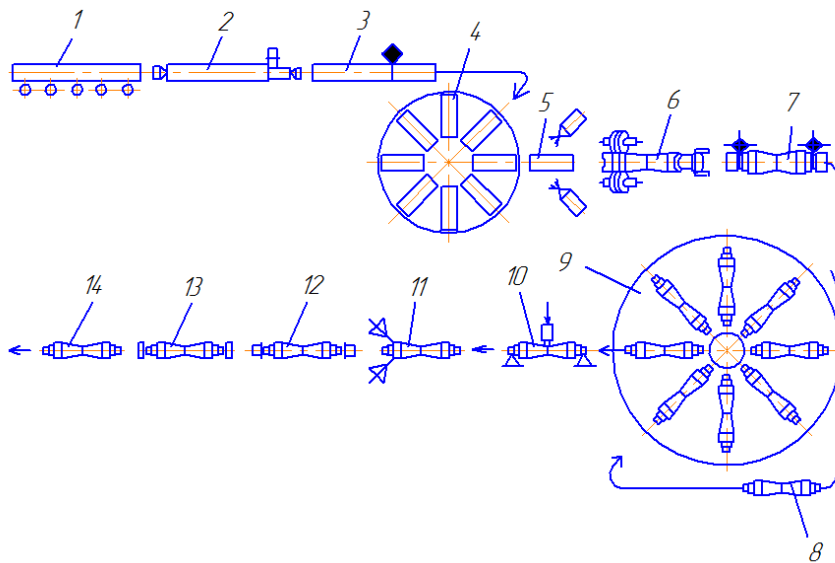


Рис. 2.2. Схема маршрутного технологічного процесу виготовлення чорнових осей: 1 – надходження заготовок зі складу; 2 – зачищення штанг; 3 – поділ штанги на заготовки; 4 – нагрів заготовок; 5 – гідрозбивач окалини; 6 – прокатка осі; 7 – відрізання технологічних кінців; 8 – таврування; 9 – нормалізація; 10 – виправлення; 11 – очищення окалини; 12 – фрезерування торців; 13 – ультразвуковий контроль; 14 – подача на склад готової продукції

У процесі прокатки валки за допомогою копіювальної системи переміщуються за заданою програмою; при цьому формується профіль чорнової осі.

Після прокатки на стані заготовки конвеєром подають до пилок гарячого різання, де відрізають передні й задні технологічні кінці. Обрізані заготовки піддають гарячому маркуванню й передають на холодильники для охолодження до температури 450...500 °С.

Нормалізацію чорнових осей здійснюють у кільцевій печі з обертовим подом. При цьому осі нагрівають до температури 850...980 °С і витримують протягом 2,5...3 год. Після цього проводиться виправлення осей на пресі.

Після повного охолодження чорнові осі надходять у камеру для дробоструменевого очищення поверхні від окалини. Потім виконують обробку торців осі на торцевофрезерних верстатах і здійснюють ультразвуковий контроль дефектоскопом на наявність грубозернистої структури й внутрішніх дефектів металу.

2.2. Механічна обробка чорнових осей

Основні технічні вимоги при механічній обробці до осей вагонів такі [18, 26]:

- партія чорнових осей, що підлягають механічній обробці, повинна супроводжуватися документом про якість і приймання. При цьому кожна вісь повинна мати чітке маркування й знак. Осі з нечітким маркуванням у виробництво не допускаються;

- перед обробкою поверхні, на які нанесені маркування чорнової осі, маркування повинно бути перенесено на правий торець осі. Правим боком осі вважається бік, на шийку якого при виготовленні чорнової осі нанесені знаки й клейма;

- після обробки різанням осі (рис. 2.3) повинні бути піддані зміцненню накатуванням у шийках, підматочинних, передпідматочинних і середніх частинах, у галтелях переходу від одних частин до інших. Параметр шорсткості підматочинних частин перед накатуванням повинен бути $R_z < 20$ мкм, а в інших частинах осі – $R_z < 40$ мкм;

- кожна остаточно оброблена вісь при прийомоздавальних випробуваннях повинна бути піддана магнітному дефектоскопічному контролю.



Рис. 2.3. Обточування осі на верстаті

У крупносерійному і масовому виробництві для механічної обробки вагонних осей служать механізовані й автоматизовані поточкові лінії.

Маршрутний опис технологічного процесу механічної обробки осі під роликові підшипники на поточковій лінії в умовах крупносерійного виробництва наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Маршрутний опис процесу механічної обробки осі

Зміст операції	Обладнання, інструмент	Схема обробки
1	2	3
1. Відрізання кінців осі, свердління й зенкування центрових отворів	Центрувально-відрізний напівавтомат КЖ-4250	

Продовження табл. 2.1

1	2	3
2. Перенесення клейм маркування з середньої частини осі на торець	Прес; касета 3 набором клейм	
3. Чорнове обточування поверхні осі	Гідрокопіювальний напівавтомат 1А832	
4. Ультразвуковий контроль осі	Стенд; дефектоскоп УД2-102	
5. Чистове обточування поверхні осі (рис. 2.4)	Гідрокопіювальний напівавтомат 1А833 або 1А833М	
6. Накатування середньої частини осі	Накатний напівавтомат КЖ-1843	
7. Накатування шийок і галтелей передпідматочинних частин осі	Накатний напівавтомат КЖ-1842	
8. Накатування передпідматочинних частин осі	Напівавтомат для накатування передпідматочиної частини вагонної осі	
9. Обточування жолобників, фасок і різьбових канавок	Токарний верстат 163	
10. Шліфування шийок	Безцентрово-шліфувальний автомат 3185 А	

1	2	3
11. Шліфування розвантажувальних канавок і перехідних радіусів	Те саме	
12. Шліфування підматочинних частин	Те саме	
13. Накатування підматочинних частин осі	Спеціальний напівавтомат 1842	
14. Магнітний контроль осі	Стенд; магнітний дефектоскоп	



Рис. 2.4. Чистові осі

2.3. Виготовлення суцільнокатаних коліс

Суцільнокатані колеса для колісних пар вантажних і пасажирських вагонів виготовляють за робочими кресленнями і відповідно до технічних вимог стандартів:

1) колеса повинні бути виготовлені зі спокійної сталі, виплавленої в мартенівських печах (колеса для пасажирських вагонів – з середньовуглецевої сталі марки 1, для вантажних вагонів – з середньовуглецевої сталі марки 2);

2) поверхня колеса не повинна мати плени, заходи, тріщини, розкатані забруднення і повинна бути очищена від окалини;

3) ободи коліс повинні бути піддані зміцнюючій термічній обробці шляхом переривчастого загартування й відпускання;

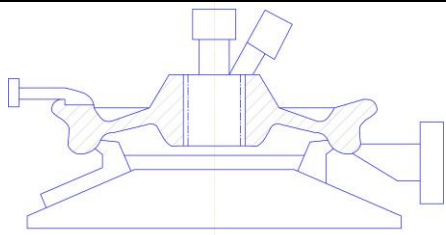
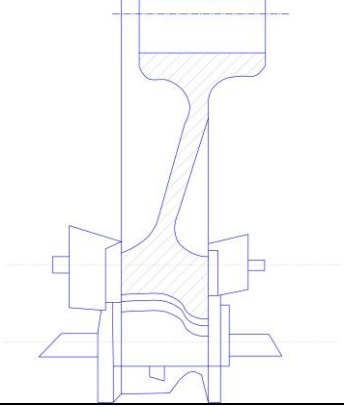
4) колеса повинні піддаватися ультразвуковому й вихрострумовому дефектоскопічному контролю;

5) на боковій зовнішній поверхні обода повинні бути вибиті в гарячому стані знаки маркування.

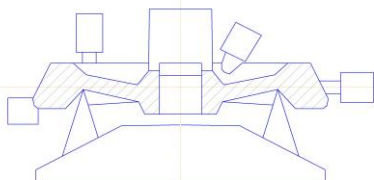
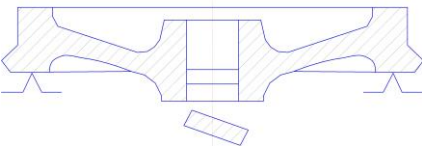
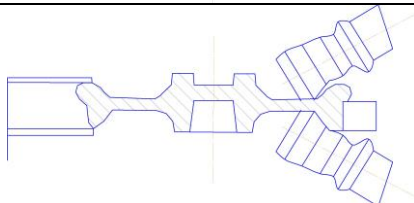
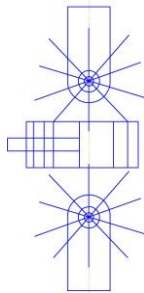
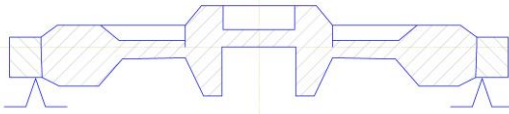

Схема виготовлення суцільнокатаних коліс наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

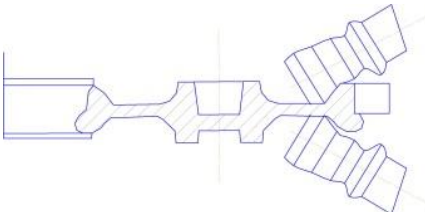

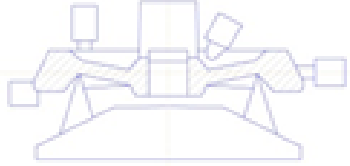
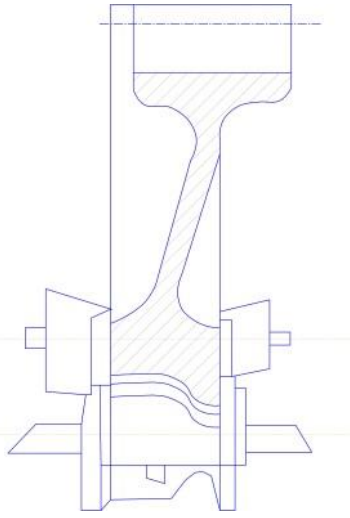
Маршрутний опис технологічного процесу виготовлення суцільнокатаного колеса

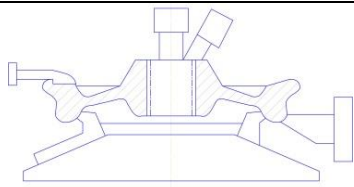
Операція	Обладнання, інструмент	Схема обробки
1	2	3
1. Різання зливка на мірні вихідні заготовки	Зливкорозрізний верстат	
2. Ділення розрізаного зливка на заготовки	Гідравлічний зливкосколювач зусиллям 3 МН	
3 Контроль якості заготовок і маркування	Прес для маркування	

Продовження табл. 2.2

1	2	3
<p>4. Двоступінчастий нагрів заготовок протягом 5...5,5 год</p>	<p>Методична піч, карусельна піч</p>	
<p>5. Очищення торців заготовок від окалини</p>	<p>Спеціальна очисна установка</p>	
<p>6. Попередня осадка заготовки з бокової поверхні</p>	<p>Гідравлічний прес зусиллям 25...30 МН</p>	
<p>7. Остаточна осадка заготовки в каліброваному кільці</p>	<p>Гідравлічний прес зусиллям 50 МН, каліброване кільце</p>	
<p>8. Розгін металу пуансоном у каліброваному кільці</p>	<p>Гідравлічний прес зусиллям 50 МН</p>	
<p>9. Формування заготовки колеса</p>	<p>Те саме зусиллям 100 МН</p>	

Продовження табл. 2.2

1	2	3
10. Прокатка колеса (розкочування диска, обода, прокатка гребеня на ободі)	Багато валковий колесопрокатний стан	
11. Згинання диска колеса, прошивання отвору і таврування	Гідравлічний прес зусиллям 30 МН, штамп, набір клейм	
12. Контроль основних розмірів колеса (діаметр по колу кочення, ширина обода, товщина диска в маточині і обода)	Контрольні скоби й шаблони, дискомір	
13. Механічна обробка колеса (попередня)	Колесотокарний напівавтомат	
14. Термічна обробка: варіант I – загартування поверхні кочення з прокатного нагріву з наступним уповільненим охолодженням на повітрі; варіант II – вертикальне переривчасте загартування окремого нагріву з	Обертвий гартівний стіл; вертикальна гартівна установка	

1	2	3
15. Контроль основних розмірів, твердості обода, огляд і виявлення поверхневих дефектів, визначення механічних властивостей металу	Механізований стенд контролю, вимірювальний інструмент, устаткування для механічних і копрових випробувань	
16. Механічна обробка коліс (остаточна)	Колесотокарний напівавтомат	
17. Контроль механічної обробки, наявності клейм і прийомоздавальної документації	Вимірювальний інструмент	

Готові колеса, що відповідають вимогам технічної документації на їхнє виготовлення, пред'являються для приймання ВТК заводу та інспектору ПАТ «Укрзалізниця».

Колеса можуть бути виготовлені не тільки комбінованим методом кування й прокатки, але й методом послідовного штампування в трисекційному штампі на пресі з зусиллям 70 МН без застосування прокатки.

2.4. Остаточна обробка різанням коліс

Остаточну обробку різанням бокових поверхонь обода колеса, гребеня, поверхні кочення й зовнішнього торця маточини виконують на підприємстві-виготівнику коліс. На заводах (депо), що здійснюють формування колісних пар, обробці різанням піддаються тільки внутрішній торець маточини й отвір у маточині колеса під запресовування осі. Обробка різанням коліс повинна проводитися з дотриманням таких технічних вимог [18, 26]:

- діаметр отвору в маточині колеса при розточуванні повинен бути виконаний у відповідності з замовленням, обумовленим при формуванні колісних пар;
- колеса, що надходять на обробку, повинні мати температуру, яка дорівнює температурі повітря в цеху;
- допуск співвісності обробленого отвору маточини й кола кочення колеса 1 мм;
- допуски форми поверхні отвору маточини не повинні перевищувати: овальність 0,025 мм і конусність 0,05 мм (за умови розташування більшого діаметра з боку внутрішнього колеса).

Обточування внутрішнього торця маточини й розточування отвору в маточині колеса виконують на токарно-карусельних верстатах за одну операцію (рис. 2.5).

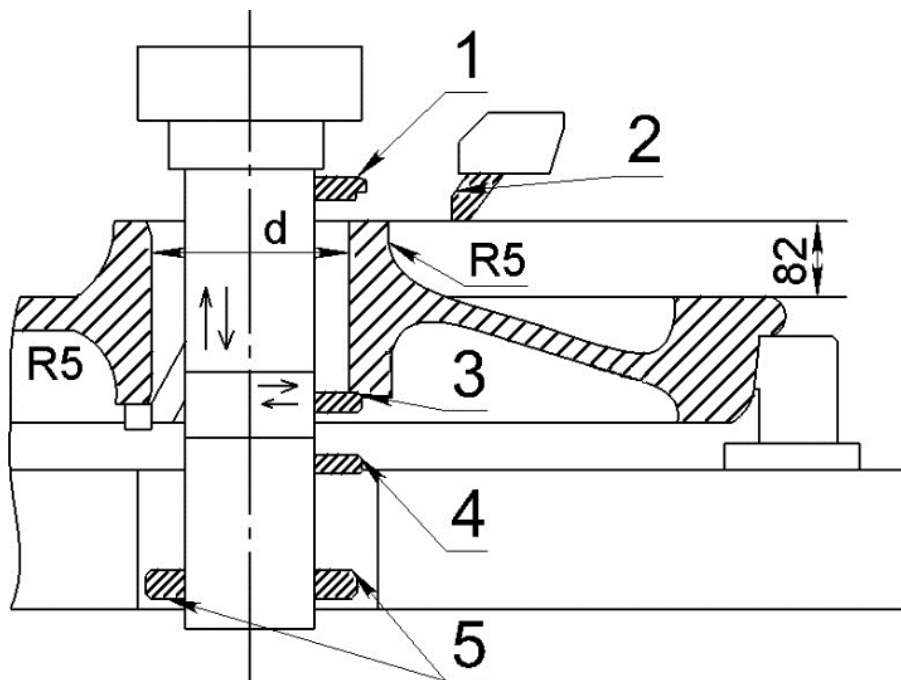


Рис. 2.5. Схема обробки колеса на токарно-карусельному верстаті з застосуванням спеціальної розточувальної борштанги горизонтальною та похилою лініями в кінці запресовування:
 1 – борштанга; 2 та 4 – відповідно правий й лівий радіусні різці;
 3 – правий підрізний різець; 5 – ліві прохідні різці, відповідно до чистової й чорнової обробки колеса

Контрольні питання

1. Які основні технічні вимоги повинні бути дотримані при виготовленні чорнової осі колісної пари вагона?
2. Які існують методи виготовлення чорнової осі колісної пари вагона?
3. З яких операцій складається маршрутний технологічний процес виготовлення чорнових осей поперечно-гвинтовою прокаткою?
4. Які основні технічні вимоги висуваються при механічній обробці до осей вагонів?
5. З яких операцій складається технологічний процес механічної обробки осі?
6. Які основні технічні вимоги висуваються до виготовлення суцільнокатаних коліс вантажних і пасажирських вагонів?
7. З яких операцій складається технологічний процес виготовлення суцільнокатаного колеса?
8. Які основні технічні вимоги висуваються до остаточної обробки різанням коліс для колісних пар вантажних і пасажирських вагонів?

3. РОЗРАХУНОК КОЛІСНИХ ПАР НА МІЦНІСТЬ

3.1. Навантаження, що діють на колісні пари вагонів

На колісні пари при найбільш несприятливому збігу діє більшість навантажень, що виникають при русі вагона. Найбільш навантаженою в цьому випадку є, як правило, перша за напрямком руху колісна пара. Це обумовлено тим, що при вписуванні рухомого складу в криві ділянки колії в поєднанні з вертикальним статичним і динамічним навантаженнями на колісну пару діє напрямна сила рейки. Місця прикладання діючих сил – шийки осей, а реакції виникають на поверхні кочення колеса в місці контакту з рейкою. У деяких випадках окремі види навантажень прикладаються до середньої частини осі, наприклад у місцях розташування шківів привода підвагонного генератора, диска гальма тощо.

Слід зазначити, що характер завантаження колісних пар і методи розрахунку на міцність і надійність вивчені досить повно та детально викладені в навчальній літературі [5, 12, 13] і нормативній документації [32, 33, 41].

Вертикальне статичне навантаження, прикладене до середини шийок осей (рис. 3.1), визначається за формулою

$$P_{ст} = \frac{P_{бр} - m_0 P_{кп} + 2m_0 P_{ш}}{2m_0} \cdot \frac{1 + \lambda}{2}, \quad (3.1)$$

де $P_{бр}$, $P_{кп}$, $P_{ш}$ – відповідно вага вагона брутто, вага колісної пари та консольної частини осі (від торця шийки осі до площини кола кочення колеса);

m_0 – кількість колісних пар у вагоні;

λ – середня величина коефіцієнта використання вантажопідйомності вагона (для пасажирських вагонів $\lambda = 1$).

Тобто до навантаження шийки включається частина ваги колісної пари та враховується неповне використання вантажопідйомності під час експлуатації.

Вертикальне динамічне навантаження, що виникає при коливаннях обрешорених мас, обчислюється за формулою

$$P_D = P_{ст} \cdot k_{дв}, \quad (3.2)$$

де $k_{дв}$ – коефіцієнт вертикальної динаміки колісної пари вагона.

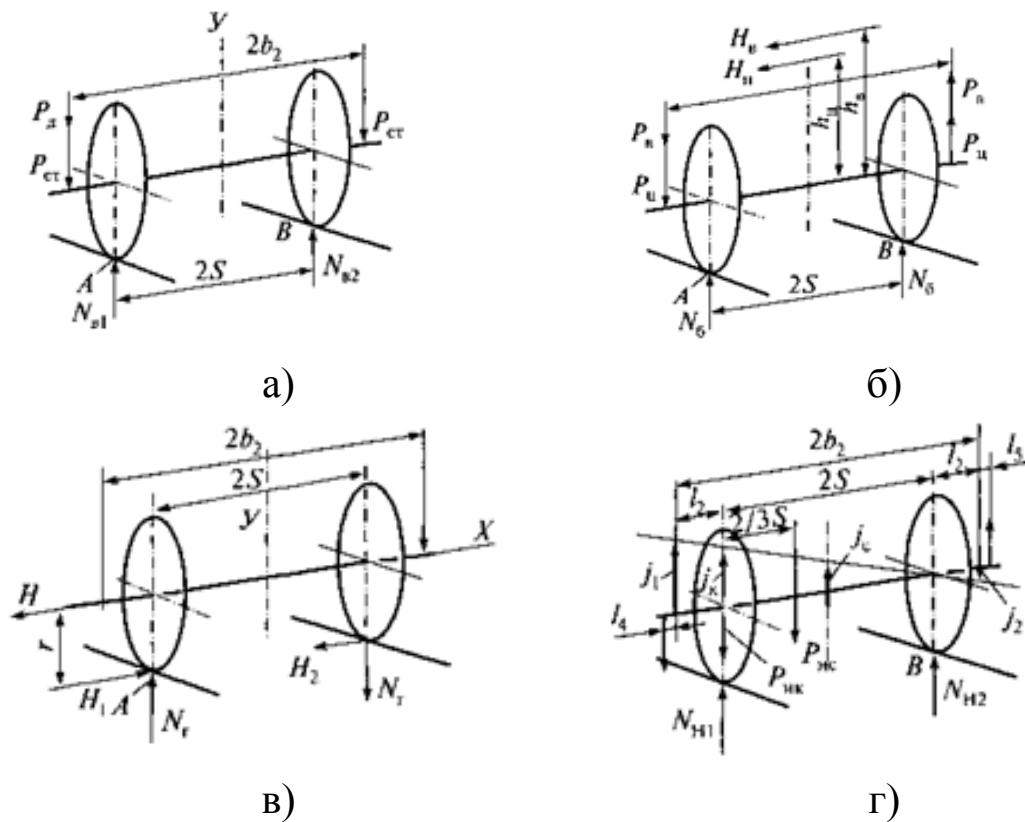


Рис. 3.1. Схема завантаження колісної пари: а – вертикальною статичною та динамічними силами; б – вертикальними силами від бокових горизонтальних навантажень; в – горизонтальними навантаження від дії відцентрових сил і сили вітру; г – вертикальними навантаженнями від дії інерції необресорених мас; H_B – сила вітру; $H_{ц}$ – відцентрова сила; H – поперечна горизонтальна сила; $P_{нс}$ – сила інерції середньої частини осі; $P_{нк}$ – сила інерції колеса; j_k – прискорення лівого колеса; j_1 та j_2 – прискорення буксового вузла відповідно лівого та правого колеса; j_c – прискорення середньої частини осі.

Коефіцієнт $k_{дв}$ визначається за емпіричною формулою [32, 33]

$$k_{дв} = \lambda_B \left(A + \frac{B \cdot v}{f_{ст}} \right), \quad (3.3)$$

де λ_B – величина, що залежить від кількості осей у візку;

A, B – величини, що залежать від гнучкості ресорного підвішування і типу вагона відповідно (табл. 3.1);

v – швидкість руху вагона, м/с;

$f_{ст}$ – статичний прогин ресорного підвішування, м.

Таблиця 3.1

Значення величин, необхідних для розрахунку коефіцієнтів динаміки колісних пар

Тип вагона	Діапазон швидкостей	A	$B \cdot 10^4$	D	λ_B	λ_T	$\delta \cdot 10^{-3}$
Вантажний							
чотиривісний					1,0	1,0	1,0
шестивісний	15÷33	0,03	6,0	130	0,9	0,9	1,0
восьмивісний					0,8	0,8	0,8
ізотермічний	15÷39	0,05	5,5		1,0	1,0	0,95
Пасажирський	15÷33	0,06		130	1,0	1,0	0,95
те саме	33÷39	0,05	6,0	110	1,0	1,0	0,9
поштові, багажні та подібні	33÷39	0,07		130	1,0	1,0	1,0

З урахуванням найбільш несприятливого поєднання несиметричного виду коливань вважається, що вертикальне динамічне навантаження прикладається до центра однієї шийки (рис. 3.1, а), а на іншій воно дорівнює нулю.

Вертикальні реакції рейок від дії статичного та динамічного навантажень (рис. 3.1, а) визначають з умов рівноваги колісної пари

$$\sum M_a = (P_{ст} + P_d)(b_2 - s) - P_{ст}(b_2 + s) + N_{b2}2s, \quad (3.4)$$

де $2b_2$ – відстань між серединами шийок осей (2036 мм);
 $2s$ – відстань між колами кочення колісних пар.

Тоді після перетворень отримуємо

$$N_{b2} = P_{ст} - P_d \frac{b_2 - s}{2s}. \quad (3.5)$$

За дотримання умови $\sum P_y = 0$ (де P_y – проекція вертикальних сил на вісь Y)

$$N_{b1} = P_{ст} + P_d \frac{b_2 + s}{2s}. \quad (3.6)$$

Вертикальне навантаження від відцентрової сили, що додатково завантажує одну шийку та розвантажує іншу (рис. 3.1, б), визначається за формулою

$$P_{ц} = H'_{ц} \frac{h_{ц}}{2b_2}, \quad (3.7)$$

де $H'_{ц}$ – відцентрова сила, віднесена до однієї колісної пари;
 $h_{ц}$ – висота центра ваги вагона над рівнем осьових ліній колісної пари.

Вертикальне навантаження від тиску вітру (рис. 3.1, б), що діє аналогічно відцентровій силі, визначається за формулою

$$P_{в} = H'_{в} \frac{h_{в}}{2b_2}, \quad (3.8)$$

де H'_B – сила вітру, яка діє на бокову поверхню вагона, віднесена до однієї колісної пари;

h_B – відстань від рівнодіючого тиску вітру до рівня осьових ліній колісних пар.

З умови рівноваги колісної пари, наприклад суми моментів, що дорівнює нулю відносно точки Д, визначають реакції опору від дії вертикальних сил, які викликані відцентровим і вітровим навантаженнями,

$$\sum M_B = (P_{\text{ц}} + P_{\text{в}})(b_2 + s) - (P_{\text{ц}} + P_{\text{в}})(h_2 - s) + N_b 2s, \quad (3.9)$$

тоді

$$N_{b2} = (P_{\text{ц}} + P_{\text{в}}) \frac{2b_2}{2s}. \quad (3.10)$$

Горизонтальні навантаження від відцентрової сили і тиску вітру (рис. 3.1, в) визначаються таким чином. Рамна сила H_p розраховується за формулою

$$H_p = \frac{P_{\text{бп}}}{m_0} \cdot k_{\text{дг}}. \quad (3.11)$$

Коефіцієнт горизонтальної динаміки $k_{\text{дг}}$ визначають за емпіричною формулою [32, 33]

$$k_{\text{дг}} = \lambda_{\text{г}} \delta (40 + Fv), \quad (3.12)$$

де δ – величина, що залежить від кількості осей візка і гнучкості ресорного підвішування відповідно (табл. 3.1);

F – коефіцієнт, що дорівнює для вагонів: вантажних – 3,9; ізотермічних – 3,85; пасажирських – 3,8 (для вагонів із конструкційною швидкістю до 33 м/с) або 3,6 (для вагонів з конструкційною швидкістю до 39 м/с).

Поперечна складова сила тертя, що виникає в місці контакту колеса з внутрішньою рейкою кривої ділянки колії,

$$H_2 = \mu \cdot N_B, \quad (3.13)$$

де μ – коефіцієнт тертя при ковзанні колеса по рейці ($\mu = 0,25$);
 N_B – вертикальне навантаження колеса, що рухається по внутрішній рейці.

Боковий тиск H_1 , прикладений до колеса, що рухається по внутрішній рейці кривої ділянки колії, визначається з умови рівноваги

$$\sum P_x = H_1 - H - H_2, \quad (3.14)$$

тоді отримуємо

$$H_1 = H + H_2. \quad (3.15)$$

Вертикальні реакції рейок у цьому випадку (рис. 3.1, в) визначаються з умови рівноваги

$$\sum M_a = H \cdot r - N_r \cdot 2s = 0. \quad (3.16)$$

З цього рівняння отримуємо

$$N_r = \frac{H \cdot r}{2s}. \quad (3.17)$$

Вертикальні навантаження від сил інерції необресорених мас визначаються за другим законом Ньютона як добуток маси елемента колісної пари і прискорення. При цьому приймається найбільш несприятлива умова несиметричної дії інерційних сил, коли прискорення одного колеса, наприклад лівого (рис. 3.1, г), виникає, а на правому воно дорівнює нулю. Причому приймається лінійне вимірювання прискорень по довжині колісної пари. У результаті обробки експериментальних даних встановлена емпірична формула залежності прискорення буксового вузла від швидкості руху вагона і деяких параметрів

$$j_1 = \frac{2000 + Dv}{\sqrt{m_H}}, \quad (3.18)$$

де D – величина, що залежить від типу вагона і швидкості руху (табл. 3.1);

m_H – сума мас необресорених частин, що спираються на рейку,

$$m_H = \frac{1}{2m_{кп}} + m_{б} + m_p, \quad (3.19)$$

де $m_{кп}$, $m_{б}$, m_p – маси відповідно колісної пари, буксового вузла і необресорених деталей, що спираються на буксу.

Прискорення лівого колеса j_k , середньої частини осі j_c і правого буксового вузла j_2 визначаються з подоби трикутників (рис. 3.1, г):

$$j_k = \frac{j_1 \cdot 2S}{(l_2 + 2S)}, \quad (3.20)$$

$$j_c = \frac{1}{2j_k}, \quad (3.21)$$

$$j_2 = \frac{j_1 \cdot l_2}{(l_2 + 2S)}. \quad (3.22)$$

Сили інерції, що діють на шийки осі (рис. 3.1, г):

- ліву

$$P_{H1} = m_1 \cdot j_1, \quad (3.23)$$

- праву

$$P_{H2} = m_2 \cdot j_2, \quad (3.24)$$

де m_1 , m_2 – суми необресорених мас, що припадають відповідно на ліву і праву шийки осі.

Сили інерції (рис. 3.1, г):

- лівого колеса

$$P_{\text{HK}} = m_{\text{K}} \cdot j_{\text{K}}; \quad (3.25)$$

- середньої частини осі, прикладеної на відстані $\frac{2}{3}S$ від площини кола кочення лівого колеса,

$$P_{\text{HC}} = m_{\text{C}} \cdot j_{\text{C}}, \quad (3.26)$$

де $m_{\text{K}}, m_{\text{C}}$ – маси колеса і середньої частини осі відповідно.

Якщо на середній частині осі укріплені редуктор або шків привода підвагонного генератора, диск гальма, то додатково слід враховувати відповідні сили інерції.

Вертикальні реакції рейок від дії інерційних сил визначаються з умов рівноваги

$$\sum M_{\text{B}} = P_{\text{H1}}(2S + l_2 + l_4) - P_{\text{HK}}2S + P_{\text{HC}}\frac{4}{3}S + P_{\text{H2}}(l_2 + l_5) - N_{\text{H1}}2S. \quad (3.27)$$

З цього рівняння отримуємо

$$N_{\text{H1}} = P_{\text{H1}} \frac{(2S + l_2 + l_4)}{2S} + P_{\text{HK}} + \frac{2}{3}P_{\text{HC}} \frac{(l_2 + l_5)}{2S}. \quad (3.28)$$

З умови $\sum P_{\text{Y}} = 0$ отримуємо

$$N_{\text{H2}} = -P_{\text{H1}} \frac{(l_2 + l_4)}{2S} + \frac{1}{3P_{\text{HC}}} - P_{\text{H2}} \frac{(2S + l_2 + l_5)}{2S}. \quad (3.29)$$

Можливі поєднання активних і реактивних навантажень, що передаються колісній парі за різних умов і режимів навантаження в експлуатації, можна отримати підсумовуванням окремих груп сил (рис. 3.1), враховуючи напрям їх дії. У результаті при найсприятливішому поєднанні сил до центрів шийок будуть прикладені вертикальні розрахункові навантаження:

- ліва шийка

$$P_1 = P_{\text{ст}} + P_{\text{д}} + P_{\text{н}} + P_{\text{в}}; \quad (3.30)$$

- права шийка

$$P_2 = P_{\text{ст}} - P_{\text{ц}} - P_{\text{в}}. \quad (3.31)$$

У цьому випадку вертикальні реакції рейок від сумарної дії складових сил визначаються за формулами:

- ліве колесо

$$N_1 = N_{\text{в1}} + N_{\text{б}} - N_{\text{r}} - N_{\text{н1}}; \quad (3.32)$$

- права шийка

$$N_2 = N_{\text{в2}} - N_{\text{б}} - N_{\text{r}} - N_{\text{н2}}. \quad (3.33)$$

3.2. Завантаженість розрахункових перерізів осі

Вагонна вісь (рис. 3.2) має змінні по довжині поперечні перерізи у зв'язку з різною їх завантаженістю.

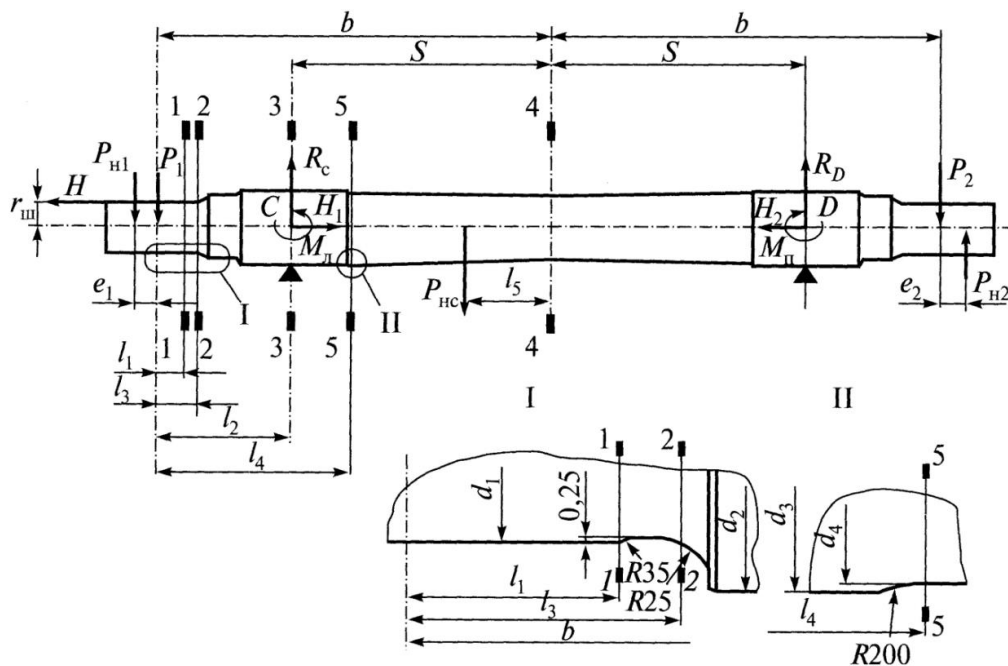


Рис. 3.2. Розрахункова схема та розташування розрахункових перерізів

Найбільш завантажені поперечні перерізи осі, які є розрахунковими, розташовані так: 1-1 – по внутрішній кромці кільця заднього роликового підшипника, розташованій біля початку розвантажувальної канавки; 2-2 – по внутрішній галтелі шийки на відстані $1/3$ довжини перехідної ділянки від початку галтелі; 3-3 – у площині кола кочення; 4-4 – посередині осі; 5-5 – по галтелі в місці переходу від підматочинної до середньої частини осі.

Згинальні моменти в розрахункових перерізах визначаються за формулами

$$\begin{aligned}
 M_1 &= P_1 l_1 + P_{H1} (e_1 + l_1) + H r_{ш}; \\
 M_2 &= P_1 l_3 + P_{H1} (e_1 + l_3) + H r_{ш}; \\
 M_3 &= P_1 l_2 + P_{H1} (e_1 + l_2) + H r_{ш} + M_{л}; \\
 M_4 &= P_1 b + P_{H1} (e_1 + b) + H r_{ш} + M_{л} - R_c S + P_{Hc} l_4; \\
 M_5 &= P_1 b + P_{H1} (e_1 + b) + H r_{ш} + M_{л} - R_c (b - l_2).
 \end{aligned} \tag{3.34}$$

У зв'язку з тим, що в розрахунковій схемі осі видалені колеса, їх дію замінено силами H_1 і H_2 , а також згинальними моментами $M_{л}$ і $M_{п}$, які визначаються за формулами

$$M_{л} = H_1 - (1 - \beta) P_{H1} (e_1 + l_2); \tag{3.35}$$

$$M_{п} = H_2 r. \tag{3.36}$$

Згинальні моменти в тих самих перерізах, що викликані дією вертикального статичного навантаження, складають

$$\begin{aligned}
 M_{ст1} &= P_{ст} l_2; \\
 M_{ст2} &= P_{ст} l_3; \\
 M_{ст3} &= M_{ст4} = M_{ст5} = P_{ст} l_2.
 \end{aligned} \tag{3.37}$$

Моменти опору вигину розрахункових перерізів $i = 1 \div 5$ визначаються за такими формулами:

- для суцільної осі

$$W_i = \frac{\pi d_i^3}{32}; \quad (3.38)$$

- для порожнистої осі

$$W_i = \frac{\pi d_i^3}{32} \left(1 - \frac{d_{0i}^4}{d_i^4} \right), \quad (3.39)$$

де d_i – діаметр осі в i -му розрахунковому перерізі;
 d_{0i} – діаметр порожнини в i -му розрахунковому перерізі.

Напруження в розрахункових перерізах, що виникають від дії розрахункових сил,

$$\sigma_i = \frac{M_i}{W_i}, \quad (3.40)$$

вертикального статичного навантаження

$$\sigma_{\text{ст}i} = \frac{M_{\text{ст}i}}{W_i}. \quad (3.41)$$

3.3. Оцінювання міцності вагонної осі

Розрахунок нової осі колісної пари при її проектуванні або перевірка міцності стандартної осі при можливій зміні умов її завантаження в експлуатації проводиться імовірнісним методом з урахування опору втоми, імовірнісного розсіювання характеристик міцності осі і діючих на неї динамічних навантажень. Як критерій оцінювання міцності за цим методом розрахунку для кожного розрахункового перерізу осі приймається умова

$$n \geq [n], \quad (3.42)$$

де n – розрахунковий коефіцієнт запасу опору від втоми;
 $[n]$ – коефіцієнт запасу опору від втоми, що допускається.

Розрахунковий коефіцієнт запасу міцності від втоми в i -му перерізі осі визначається за формулою

$$n_i = \frac{2\alpha_{min}}{e^{S^2(m-1)}} \sqrt[m]{\frac{N_0}{N_c \cdot [\Phi(t_{max}) - \Phi(t_{min})]}} \quad (3.43)$$

де $\Phi(t_{max}), \Phi(t_{min})$ – нормовані інтегральні функції нормального розподілу (функція Лапласа);

$\alpha_{min} = \frac{\sigma_{-1Di}}{2\sigma_{cti}}$ – мінімальний коефіцієнт перевантаження розрахункових перерізів;

σ_{-1Di} – межа витривалості осі (табл. 3.2);

m – показник ступеня в рівнянні кривої втоми, що залежить від властивостей матеріалу і технології виготовлення, приймається для накатаних осей $m = 18$; для ненакатаних $m = 8$;

N_0 – базова кількість циклів, для осей рекомендується $N_0 = 10^8$;

N_c – сумарна кількість циклів за термін служби осі, приймається для пасажирських вагонів $N_c = 1 \cdot 10^9$; для вантажних та ізотермічних вагонів $N_c = 1,2 \cdot 10^9$.

Таблиця 3.2

Середні значення межі витривалості осі, отримані на базі 10^8 циклів, МПа

Розрахунковий переріз	Вісь	
	Накатана	Ненакатана
1-1	150	80
2-2	150 (165*)	80
3-3	135	80
4-4	180 (200**)	135
5-5	180(190*)	135

Значення параметрів s , t_{max} , t_{min} визначаються за формулами

$$s = t_0 \sqrt{t_0^2 - 2 \ln \alpha_{min}} \quad (3.44)$$

$$t_{max} = \sqrt{\frac{\ln \alpha_{max} + \frac{s^2}{2}}{s} - sn}, \quad (3.45)$$

$$t_{min} = \sqrt{\frac{\ln \alpha_{min} + \frac{s^2}{2}}{s} - sn}, \quad (3.46)$$

де $t_0 = 4,5$ – для осей пасажирських вагонів;

$t_0 = 4,0$ – для осей вантажних та ізотермічних вагонів;

α_{max} , α_{min} – відповідно максимальний і мінімальний коефіцієнти перевантаження осі.

Коефіцієнт запасу опору від втоми осі $[n]$ необхідно приймати:

- для осей вантажних та ізотермічних вагонів $[n] = 2,0$;
- для осей поштових, багажних, поштово-багажних і подібних вагонів $[n] = 2,0$;
- для осей пасажирських вагонів $[n] = 2,3$.

Якщо в результаті розрахунків виконується рівняння (3.42), вісь має необхідний запас міцності від втоми.

3.4. Оцінювання надійності вагонної осі

Вагонна вісь належить до відповідальних елементів конструкції рухомого складу, яка працює в умовах інтенсивного динамічного навантаження. Тому вона повинна розраховуватися на надійність і перш за все визначатися показниками довговічності (термін служби) і безвідмовності (імовірність безвідмовної роботи та інтенсивність відмов).

Для прийнятого терміну служби T_p ймовірність безвідмовної роботи i -го перерізу осі, за роботами [13, 32, 33], визначається за формулою

$$P(T_p) = 1 - \Phi \left\{ \frac{1}{K_{vi}} \left[\frac{[n](C_i T_p)^{\frac{1}{m}}}{\sigma_{-1Di}} - 1 \right] \right\} - \Phi \left\{ \frac{1}{K_{vi}} \right\}, \quad (3.47)$$

де K_{vi} – коефіцієнт варіації межі міцності від утоми i -го розрахункового перерізу осі;

T_p – термін служби осі, для якої визначається нормативна ймовірність безвідмовної роботи;

C_i – коефіцієнт,

$$C_i = \frac{\lambda N_c \cdot \exp[0,5s_{Hi}^2(m-1)m] \cdot [\Phi(t'_{\min i})\sigma_{cti}^2]}{T_p N_{-1}}, \quad (3.48)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує лише дію руйнівних циклів

$$(\lambda = 0,156, t'_{\min} = t_{\min i} - \frac{0,357}{s_{Hi}}).$$

Ймовірність безвідмовної роботи осі як єдиної складальної одиниці визначається за формулою

$$P(T_p) = P(T_p)_1 \cdot P(T_p)_2 \cdot P(T_p)_3 \cdot P(T_p)_4 \cdot P(T_p)_5. \quad (3.49)$$

Ймовірність безвідмовної роботи осі та її розрахункових перерізів визначається з умови

$$P(T_p) \geq [P(T_p)], \quad (3.50)$$

де $[P(T_p)]$ – нормативне значення ймовірності безвідмовної роботи осі за 10 років (за граничним станом), не менше, для вагонів: вантажних – 0,983, поштових, багажних, поштово-багажних і подібних вагонів – 0,988, пасажирських – 0,99 [13].

Інтенсивність відмов для i -го розрахункового перерізу визначається за формулою

$$\lambda(T_p)_i = \frac{f(T_p)_i}{P(T_p)_i}, \quad (3.51)$$

де $f(T_p)_i$ – щільність розподілу часу роботи (напрацювання) до відмови i -го розрахункового перерізу,

$$f(T_p)_i = \frac{1}{m \cdot T_p \cdot K_i} \left[\frac{[n](C_i T_p)^{\frac{1}{m}}}{\sigma_{-1Di}} \right] \cdot \varphi \left\{ \frac{1}{K_{vi}} \left[\frac{[n](C_i T_p)^{\frac{1}{m}}}{\sigma_{-1Di}} - 1 \right] \right\}, \quad (3.52)$$

де φ – щільність нормованого нормального розподілу, яка для визначеного значення t знаходиться за формулою

$$\varphi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad (3.53)$$

або визначається за таблицею диференціальної функції розподілу в математичному довіднику.

3.5. Умовний метод розрахунку на міцність осі колісної пари

При використанні спрощеного методу розрахунку вагонної осі на міцність вісь розглядається у статичному стані (рис. 3.3).

Вважають, що вісь вагона завантажена вертикальною і горизонтальною силами, прикладеними в центрі мас вагона [13].

Вертикальне навантаження P дорівнює $1,25P_0$, а горизонтальне бокове навантаження $H = 0,5P_0$, де P_0 – максимальне або фактичне навантаження на вісь; 1,25 і 0,5 – коефіцієнти, що враховують динамічність дії навантажень відповідно у вертикальному та горизонтальному напрямках.

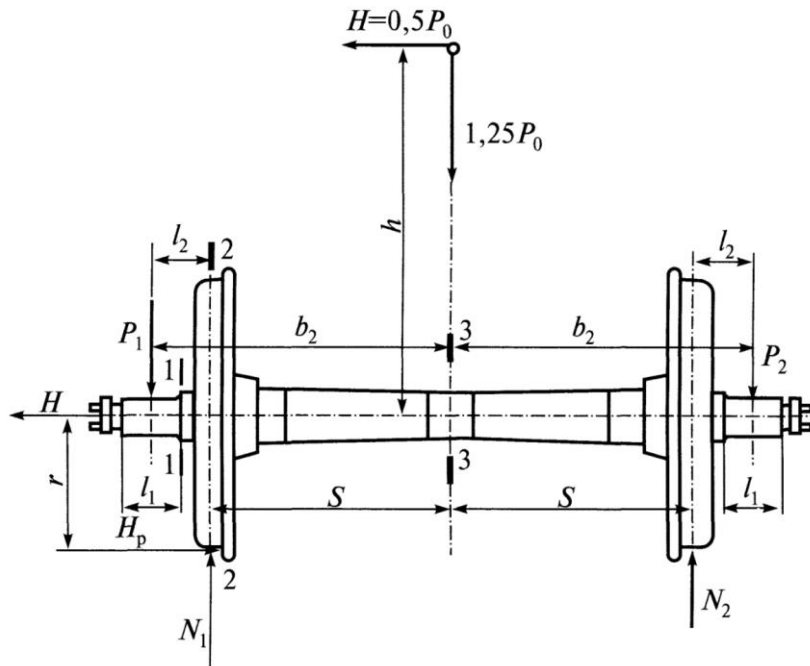


Рис. 3.3. Схема завантаження колісної пари

Максимальне статичне навантаження від колісної пари на рейки при проектуванні визначається технічним завданням. При оцінюванні міцності існуючої осі фактичне осьове навантаження обчислюється за формулою

$$P_0 = \frac{P_{\text{ст}} + T}{m_0}, \quad (3.54)$$

де $P_{\text{ст}}$ – статичне навантаження вагона (сила ваги вантажу у вантажному вагоні або вага пасажирів з багажем пасажирського вагона);

T – маса тари вагона;

m_0 – кількість колісних пар у вагоні.

Якщо це не обумовлено технічним завданням, то зовнішні сили прикладаються на відстані $h = 1,45$ м від осьової лінії колісної пари.

Розрахункові сили викликають навантаження:

- лівої шийки осі

$$P_1 = \frac{1,25P_0}{2} + \frac{H \cdot h}{2b_2}; \quad (3.55)$$

- правої шийки осі

$$P_2 = \frac{1,25P_0}{2} - \frac{H \cdot h}{2b_2}. \quad (3.56)$$

Ці сили прикладаються до середин шийок осей.

Тоді вертикальні опорні реакції для рейок для лівого і правого коліс відповідно

$$N_1 = \frac{1,25P_0}{2} + \frac{H \cdot (h + r)}{2s}, \quad (3.57)$$

$$N_2 = \frac{1,25P_0}{2} - \frac{H \cdot (h + r)}{2s}, \quad (3.58)$$

де r – радіус колеса по колу кочення;

$2s$ – відстань між колами кочення коліс (1,58 м).

Горизонтальна реакція рейки врівноважує зовнішню горизонтальну силу H , тобто $H = H_p$, і прикладається до гребеня лівого колеса.

Очевидно, що при розрахунку вагонної осі найбільш небезпечними є три перерізи:

- I-I – біля внутрішньої галтелі шийки осі;
- II-II – по колу кочення колеса;
- III-III – посередині осі.

Згинальний момент у внутрішній галтелі шийки осі (переріз I-I) обчислюється за формулою

$$M_1 = P_1 \left(\frac{l_1}{2} + \Delta l_1 \right), \quad (3.59)$$

де l_1 – довжина шийки осі;

Δl_1 – допустиме фактичне спрацьовування по довжині шийки осі.

Згинальний момент у підматочинній частині осі (у площині кола кочення колеса, переріз II-II) обчислюється за формулою

$$M_2 = P_1 l_2 + H \cdot r, \quad (3.60)$$

де l_2 – відстань від середини осі до площини кола кочення колеса, м.

Згинальний момент у середині осі (переріз III-III)

$$M_3 = P_1 b_2 + H \cdot r - N_1 \cdot s. \quad (3.61)$$

Моменти опору згинанню розрахункових перерізів визначаються за формулою (3.38).

Основне рівняння міцності на згинання має такий вигляд:

$$M_i = [\sigma_i] \cdot W_i, \quad (3.62)$$

де $[\sigma_i]$ – напруження, що допускаються в i -му перерізі осі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Напруження, що допускаються в розрахункових перетинах осі, МПа

Тип вагона	Шийка	Підматочинна частина	Середня частина
Пасажирський	100	140	130
Вантажний та ізотермічний	120	165	155

Визначаємо мінімально допустимі діаметри осі, що забезпечують необхідну міцність:

- шийки

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{32M_1}{\pi \cdot [\sigma_1]}}; \quad (3.63)$$

- підматочинної частини

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{32M_2}{\pi \cdot [\sigma_2]}}; \quad (3.64)$$

- середини осі

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{32M_3}{\pi \cdot [\sigma_3]}}. \quad (3.65)$$

Якщо діаметри у відповідних розрахункових перерізах виявилися рівними або більшими, ніж отримані за формулами (3.63) – (3.65), то міцність забезпечена. При проектуванні нової осі розрахункові діаметри шийок колісної пари з підшипниками кочення збільшують на 2 мм, а підматочинної та середньої частин – на 6 мм, що передбачає можливі зноси в експлуатації.

3.6. Стійкість колісної пари проти сходу з рейок

Стійкість колісної пари в рейковій колії оцінюється коефіцієнтом стійкості колеса проти сходу з рейки, враховує співвідношення вертикальних і горизонтальних складових сил, що виникають при русі вагона [12, 32, 33]. При несприятливому поєднанні вертикальних і горизонтальних сил, а також при порушенні умови завантаження і відхиленні стана вагона можуть виникнути випадки вкочування гребеня колеса на головку рейки, що призводить до сходу вагона з рейок. Для попередження сходу вагона в експлуатації проводиться перевірка стійкості руху колеса по рейці, для чого підраховується коефіцієнт за формулою

$$k_{yk} = \frac{tg\beta - \mu}{1 + \mu tg\beta} \cdot \frac{P_{в1}}{P_{\sigma}}, \quad (3.66)$$

де β – кут нахилу твірної гребеня конусоподібної поверхні колеса з горизонталлю: для стандартного профілю $\beta = 60^\circ$, для об'єднаного профілю $\beta = 65^\circ$, для профілів залізниць західноєвропейських країн $\beta = 70^\circ$;

μ – коефіцієнт тертя взаємодіючих поверхонь коліс і рейок, приймається $\mu = 0,25$;

P_{B1} і P_{B2} – вертикальні складові сили реакції коліс, що відповідно набігають і не набігають на головку рейки;

$P_{\bar{6}}$ – горизонтальна складова сили реакції колеса, що набігає на головку рейки, що діє одночасно з P_{B1} та P_{B2} .

Складові сили P_{B1} , P_{B2} і $P_{\bar{6}}$ визначаються за формулами

$$P_{B1} = P_{01} \left[\frac{b - a_2}{l} (1 - \bar{k}_{дв}) - \frac{b}{l} \bar{k}_{дб} \right] + H_p \frac{r}{l} + P_{кп} \frac{b - a_2}{l}, \quad (3.67)$$

$$P_{B2} = P_{01} \left[\frac{b - a_1}{l} (1 - \bar{k}_{дв}) - \frac{b}{l} \bar{k}_{дб} \right] + H_p \frac{r}{l} + P_{кп} \frac{b - a_1}{l}, \quad (3.68)$$

$$P_{\bar{6}} = H_p + \mu P_{B2}, \quad (3.69)$$

де P_0 та $P_{кп}$ – відповідно статичне навантаження на вісь і власна сила тяжіння колісної пари;

$\bar{k}_{дв}$ – середнє значення коефіцієнта вертикальної динаміки, наближено $\bar{k}_{дв} = 0,75k_{дв}$ ($k_{дв}$ визначається за формулою (3.3));

$\bar{k}_{дб}$ – середнє значення коефіцієнта динаміки при бічній хитавиці, наближено $\bar{k}_{дб} = 0,25\bar{k}_{дв}$;

H_p – середнє значення рамної сили, що обчислюється за формулою (3.11) при середньому значенні $\bar{k}_{дб}$;

b – половина відстані між серединами шийок осі, для стандартних осей $b = 1,018$ м;

l – відстань між точками контакту коліс з рейками, $l = 1,58$ м;

a_1 , a_2 – відстані від точок контакту до середини шийок, $a_1=0,25$ м, $a_2=0,22$ м;

r – радіус колеса, м.

Допустиме значення коефіцієнта запасу стійкості колісної пари від сходу з рейок приймається: для пасажирських вагонів $[k_{yk}] = 1,6$; для ізотермічних вагонів $[k_{yk}] = 1,4$; для вантажних вагонів $[k_{yk}] = 1,3$.

3.7. Використання методу скінченних елементів для оцінювання міцності вагонного колеса

Метод скінченних елементів (МСЕ) на сьогодні є фундаментальним методом при розв'язанні задач механіки твердого тіла за допомогою чисельних алгоритмів. В основі методу лежить дискретизація об'єкта з метою розв'язання рівнянь механіки суцільного середовища в припущенні, що ці співвідношення виконуються в межах кожної з елементарних областей. Ці області називають скінченними елементами. Вони можуть відповідати реальній частині простору або бути математичною абстракцією, як елементи стрижнів, балок, пластин і оболонок. У межах скінченного елемента призначаються властивості обмеженої ним ділянки об'єкта (це можуть бути, наприклад, характеристики жорсткості і міцності матеріалу, щільність і т. д.) і описуються поля величин, що цікавлять (стосовно механіки твердого тіла це переміщення, деформації, напруження і т. д.). Параметри з другої групи призначаються у вузлах елемента, а потім вводяться інтерполуючі функції, за допомогою яких відповідні значення можна обчислити в будь-якій точці усередині елемента або на його межі. Завдання математичного опису зводиться до того, щоб зв'язати діючі у вузлах чинники. У механіці суцільного середовища це, як правило, переміщення і зусилля.

З використанням МСЕ (рис. 3.4) з'явилась можливість досліджувати напружено-деформований стан (НДС) при різній жорсткості підшпальної основи колії і різних схемах контактування колеса з рейкою.

Подібні моделі дозволяють враховувати сили, що виникають при ковзанні колеса по рейці, і забезпечують підвищення точності оцінювання НДС контактуючих елементів без використання експериментальних досліджень з високою вартістю.



Рис. 3.4. Скінченно-елементна модель "колесо-рейка"

Контрольні питання

1. До якої частини колісної пари при розрахунку прикладаються зовнішні навантаження?
2. Які складові входять до вертикального статичного навантаження?
3. Як оцінюється стійкість колісної пари в рейковій колії?
4. Чому дорівнює вертикальне навантаження при використанні умовного методу розрахунку на міцність осі колісної пари?
5. Чому дорівнює горизонтальне навантаження при використанні умовного методу розрахунку на міцність осі колісної пари?
6. Як враховується динамічність прикладання навантажень при використанні умовного методу розрахунку на міцність осі колісної пари?
7. Де розташовані розрахункові перерізи осі?
8. Як визначається розрахунковий коефіцієнт запасу міцності від втоми в i -му перерізі осі?
9. Чому дорівнюють допустимі напруження у шийці осі вантажного вагона?
10. Чому дорівнюють допустимі напруження в середній частині осі пасажирського вагона?
11. Які показники визначаються при оцінюванні надійності вагонної осі?

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕФЕКТІВ І ПРИЧИН ЇХ УТВОРЕННЯ В ЕЛЕМЕНТАХ КОЛІСНИХ ПАР

4.1. Загальні положення

Колісна пара під час експлуатації знаходиться в дуже складних умовах навантаження, коли на неї діють різні за походженням групи сил. У результаті в колісних парах виникають несправності та відмови.

У нормативно-технічній документації з надійності [38] несправністю вважається стан об'єкта, при якому він не відповідає хоч би одній з вимог нормативної, технічної або конструкторської документації.

Відповідно несправність колісної пари – це такий її стан, коли один або декілька параметрів колісної пари не відповідають вимогам, встановленим у діючих на залізничному транспорті нормативних документах [43, 47, 48, 50].

Всі несправності та відмови колісних пар і їхніх елементів можуть бути утворені внаслідок:

- зносів;
- термомеханічних пошкоджень;
- механічних пошкоджень, що викликають деформацію та порушення формування;
- порушень суцільності металу експлуатаційного походження;
- порушень суцільності металу технологічного походження;
- руйнування у вигляді викришування металу та відколювання окремих частин;
- руйнування у вигляді зламу;
- порушення геометричних параметрів;
- порушення відхилення форми та взаємного розташування поверхні.

Несправності та відмови колісних пар можуть носити поступовий характер (зноси, місцеві пластичні деформації, наприклад обода колеса) або раптовий (вигин і злам елементів колісної пари під час аварії, навар, повзун).

Також несправності та відмови можуть бути незалежними або залежними (від допустимих чи недопустимих параметрів візка вагона, колії, від роботи гальмівної системи, від наявності дефектів металургійного походження); повними (неможлива експлуатація колісної пари), частковими (можлива експлуатація до вказаної межі); явними, неявними; технологічними; експлуатаційними; природними, штучними.

Для правильного визначення дефектів, пошкоджень, зносів колісних пар і їхніх елементів у відповідних розділах даного підручника розміщені зображення кожної несправності, зазначені можливі причини виникнення, способи виявлення й усунення пошкоджень, а також пропозиції щодо можливості подальшого використання в експлуатації колісних пар і їхніх елементів.

4.2. Зноси коліс та осей

До групи природного спрацьовування відносять різні види прокату поверхні кочення колеса, зносу гребеня, повзуни й ін.

Рівномірний прокат – рівномірний круговий граничний знос колеса в площині кола кочення (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Рівномірний прокат колеса по колу кочення

Головними причинами виникнення рівномірного прокату коліс є нормальне природне спрацьовування за рахунок деформації металу і стирання поверхні кочення при взаємодії колеса з рейкою, а також стирання від дії на колесо гальмівних колодок.

У початковий період припрацювання процес утворення прокату протікає в 3 рази швидше, ніж після припрацювання.

У період припрацювання, крім інтенсивного зносу мікронерівностей поверхні кочення, відбувається ущільнення верхніх шарів металу й утворення наклепу. Твердість наклепаного шару може досягати НВ 470. На другому етапі утворення прокату метал із зони контакту колеса з рейкою перетікає у бік зовнішньої грані колеса з утворенням колових напливів. Середню величину прокату h коліс вантажних вагонів можна розрахувати залежно від пробігу L_K за формулою [18]

$$h = 8,810 \frac{(L_K - 1)}{10} - 6,8. \quad (4.1)$$

Середньорічний прокат коліс вантажних вагонів становить 2,8 мм. Однак швидкість утворення прокату істотно розрізняється для коліс із різною товщиною обода. Так, у нового колеса вантажного вагона 1 мм прокату утвориться за 37 тис. км пробігу, а при ободі товщиною 30...32 мм – за 22 тис. км. Це пояснюється нерівномірним розподілом твердості металу нового обода колеса по товщині. Так, біля поверхні кочення нового колеса твердість складає НВ 300, а на глибині до 60 мм відповідно НВ 270.

Середня швидкість утворення прокату в пасажирських вагонах становить приблизно 1 мм за 25 тис. км пробігу.

Величину рівномірного прокату вимірюють абсолютним шаблоном у площині кола кочення на відстані 70 мм від внутрішньої бокової поверхні обода (рис. 4.2).

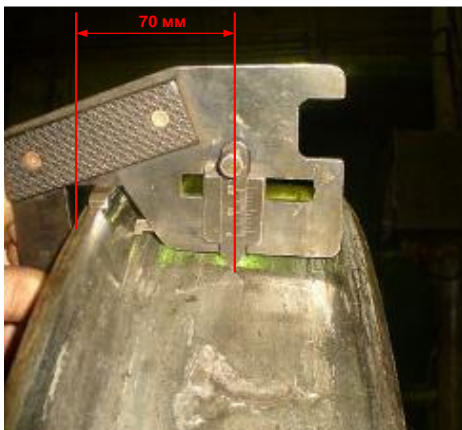


Рис. 4.2. Вимірювання величини прокату колеса абсолютним шаблоном

За наявності повзуна його глибина входить до загальної величини прокату.

Нерівномірний прокат – нерівномірний по круговому периметру знос, коли зношене колесо має в площині кола кочення форму, яка відрізняється від круглої. Характеризується неоднаковим прокатом у різних перерізах профілю по колу кочення.

Головною причиною виникнення нерівномірного прокату може бути неоднорідність властивостей металу на поверхні кочення колеса, що утворюється при гальмуванні в результаті теплових і механічних дій, а також через розвиток поверхневих дефектів.

Визначається нерівномірний прокат різницею вимірювань у перерізах максимального зносу і з кожного боку від цього перерізу на відстані до 500 мм. Вимірювання виконується абсолютним шаблоном за схемою (рис. 4.3).

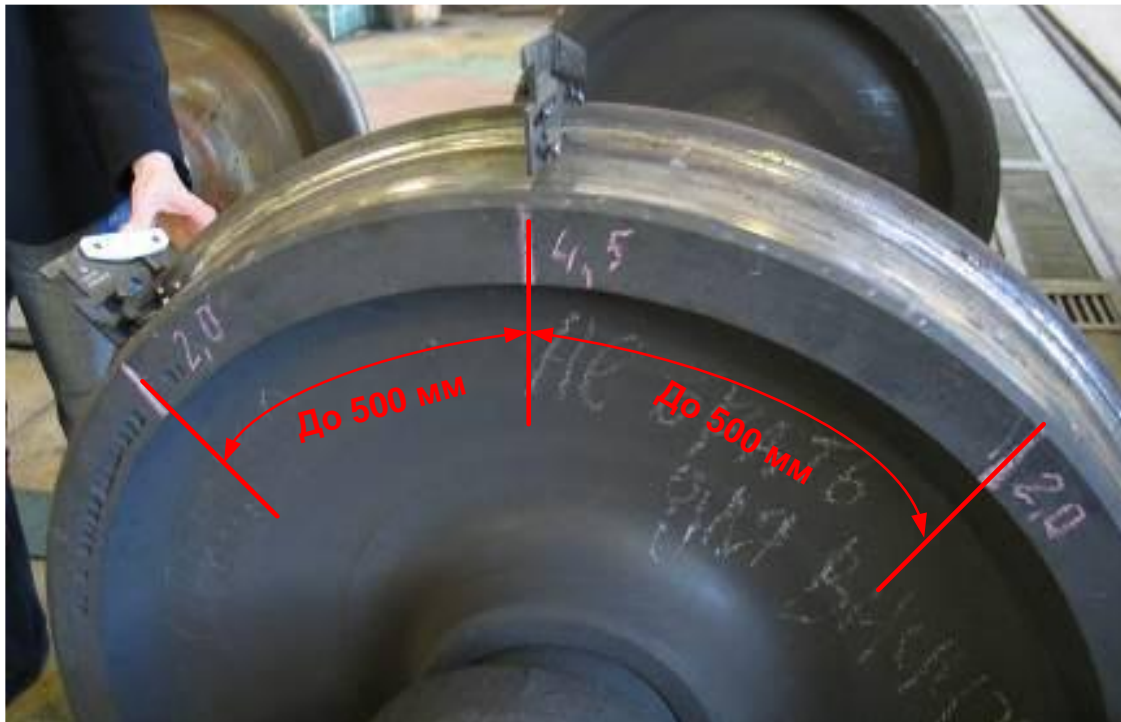


Рис. 4.3. Нерівномірний прокат колеса по колу кочення

Характерними ознаками нерівномірного прокату є:

- нерівномірний круговий наплив металу на фаску;
- місцеве розширення обода;
- наявність повзунів, що закрочуються, і наварів;
- тріщини і вищербини в поєднанні з місцевим розширенням обода або розчавлюванням обода.

Нерівномірний прокат найчастіше виникає на колесах з тонким ободом у зоні нанесення заводських клейм на зовнішній поверхні обода.

Знос гребеня (тонкий гребінь) – рівномірне кругове спрацьовування гребеня до гранично допустимих розмірів.

Головною причиною виникнення є тертя гребеня колеса з різною інтенсивністю об бокову поверхню головки рейки.

Вимірювання зносу виконується абсолютним шаблоном на відстані 18 мм від вершини гребеня (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Вимірювання зносу гребеня колеса абсолютним шаблоном

Інтенсивному зносу гребеня сприяють:

- несиметрична посадка коліс на вісь;
- велика різниця діаметрів коліс по колу кочення;
- неправильне установлення колісної пари у візку;
- перекося рами візка;
- підвищений знос опорної поверхні корпусів букс і бокових рам візка.

Вертикальний підріз гребеня – рівномірне кругове спрацьовування, при якому кут нахилу профілю бокової поверхні гребеня наближається до 90° , а радіус переходу від гребеня до ухилу 1:20 зменшується до 8-12 мм.

Головна причина виникнення полягає в терті гребеня колеса з різною інтенсивністю об бокову поверхню головки рейки.

Вертикальному підрізу гребеня сприяють:

- несиметрична посадка коліс на вісь;
- велика різниця діаметрів коліс по колу кочення;
- неправильне установлення колісної пари у візку;
- перекося рами візка;
- підвищене спрацьовування опорної поверхні корпусів букс і бокових рам візка;
- тривала робота на ділянках колії з кривими малого радіуса;
- вигин осі.

Вимірювання виконують спеціальним шаблоном (рис. 4.5) для контролю вертикального підрізу гребеня колеса.

Ніжка шаблона повинна щільно притискатися до внутрішньої грані обода колеса, за відсутності зазора колесо бракується.



Рис. 4.5. Вимірювання вертикального підрізу гребеня колеса

Тонкий обід – товщина обода колеса менше допустимих розмірів.

Головними причинами виникнення є нормальне природне спрацювання поверхні кочення колеса і багатократне відновлення профілю поверхні кочення шляхом обточування обода.

Вимірювання товщини обода виконується товщиноміром (рис. 4.6).

За наявності на колесі повзуна або вищербини товщину обода визначають у місці розташування несправності.

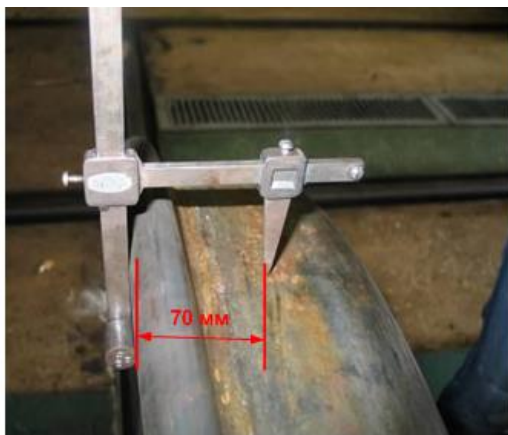


Рис. 4.6. Вимірювання товщини обода колеса



Рис. 4.7. Кільцеві виробки на поверхні кочення колеса вантажного вагона від взаємодії колеса з гальмівним башмаком

Вимірювання глибини і ширини кільцевих виробків (рис. 4.7, 4.8) виконується за допомогою товщиноміра і лінійки.



Рис. 4.8. Кільцеві виробки на поверхні кочення колеса пасажирського вагона від взаємодії колеса з чавунними гальмівними колодками

Ураження поверхні кочення колеса електричним струмом (рифлення) – це механічне пошкодження, що характеризується опіками поверхні металу у вигляді ділянок чистого і ураженого металу, що чергуються, внаслідок проходження електричного струму (рис. 4.9).



Рис. 4.9. Ураження поверхні кочення колеса електричним струмом (рифлення)

Головними причинами виникнення є неоднорідні термічні дії на поверхневий шар металу обода колеса від електричного струму (витік з контактної мережі, локомотива або рейкових кіл) певної частоти в результаті пробою.

Виявляється візуальним оглядом.

Задирки і риски на підматочинних частинах осі – подовжній знос або виривання металу, що характеризуються місцевими поглибленнями, які утворилися в результаті схоплювання металу при розпресовуванні коліс з осі (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Задирки і риски на підматочинних частинах осі

Головними причинами виникнення є задирки і риски на підматочинній частині осі в подовжньому напрямі, які утворюються через схоплювання металу при розпресовуванні коліс з осі або внаслідок механічних дій при порушеннях правил

транспортування і зберігання осі. Задирки на підматочинній частині осі в круговому напрямі утворюються внаслідок схоплювання металу при прокручуванні колеса на осі при порушенні пресового з'єднання колеса з віссю.

Виявляється візуальним зовнішнім оглядом при капітальному ремонті колісних пар або новому формуванні.

Задирки і риски на шийках і передпідматочинних частинах осі – це нерівномірне за поперечним профілем спрацьовування по колу, що характеризується місцевими незначними поглибленнями на поверхнях шийок або передпідматочинних частинах осі (рис. 4.11); подовжній знос (подряпини), що характеризується незначними поглибленнями на поверхнях шийок (рис. 4.12) або передпідматочинних частинах осі (рис. 4.13).

Кругові задирки утворюються через прокручування внутрішніх кілець підшипників і лабіринтових кілець при недостатньому посадковому натязі кілець при монтажі або при недотриманні правил транспортування осей і колісних пар.

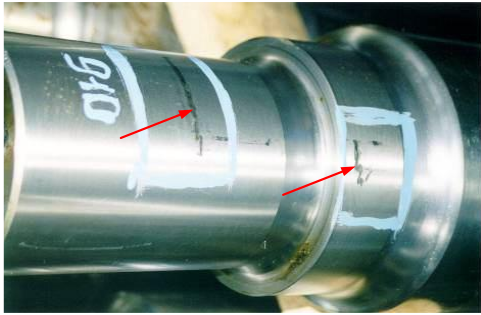


Рис. 4.11. Задирки на шийці і передпідматочинній частині осі в круговому напрямку



Рис. 4.12. Задирки на шийці осі в подовжньому напрямку

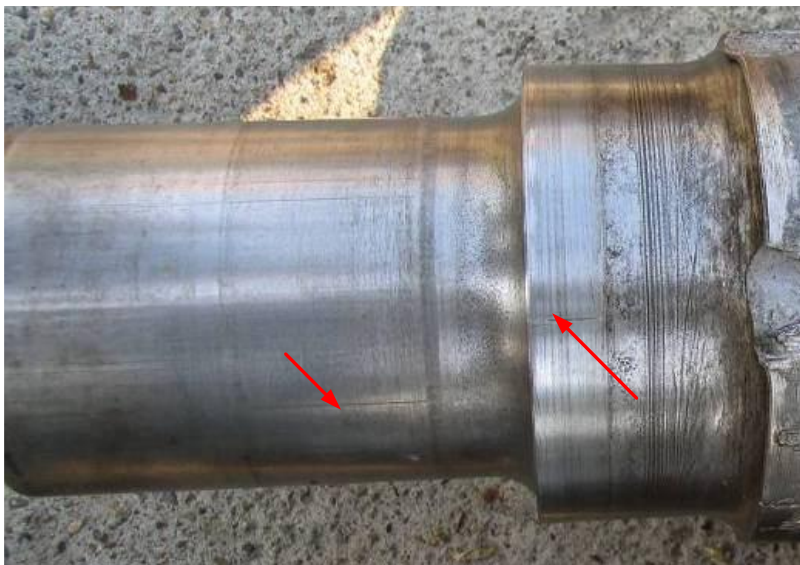


Рис. 4.13. Задирки на шийці та передпідматочинній частині осі в подовжньому напрямку

Подовжні риси на шийках і передпідматочинних частинах осі утворюються при знятті внутрішніх і лабиринтових кілець з гострими краями та задирками або при розформуванні колісних пар без використання запобіжної втулки.

Як кругові, так і подовжні задирки виявляються зовнішнім оглядом при середньому ремонті колісних пар.

Протертість на середній частині осі – круговий нерівномірний за профілем осі знос, що характеризується місцевим поглибленням на середній частині осі (рис. 4.14).

Головною причиною виникнення є взаємодія з подовжньою гальмівною тягою вагона через недотримання вимог за технічним станом гальмівної важільної передачі.



Рис. 4.14. Протертість на середній частині осі

Виявляються зовнішнім оглядом з наступним вимірюванням кронциркулем і лінійкою.

Корозійні пошкодження – окиснені ділянки поверхонь шийок і галтелей осі під впливом води і вологи, а також інших хімічно активних речовин (рис. 4.15, 4.16).

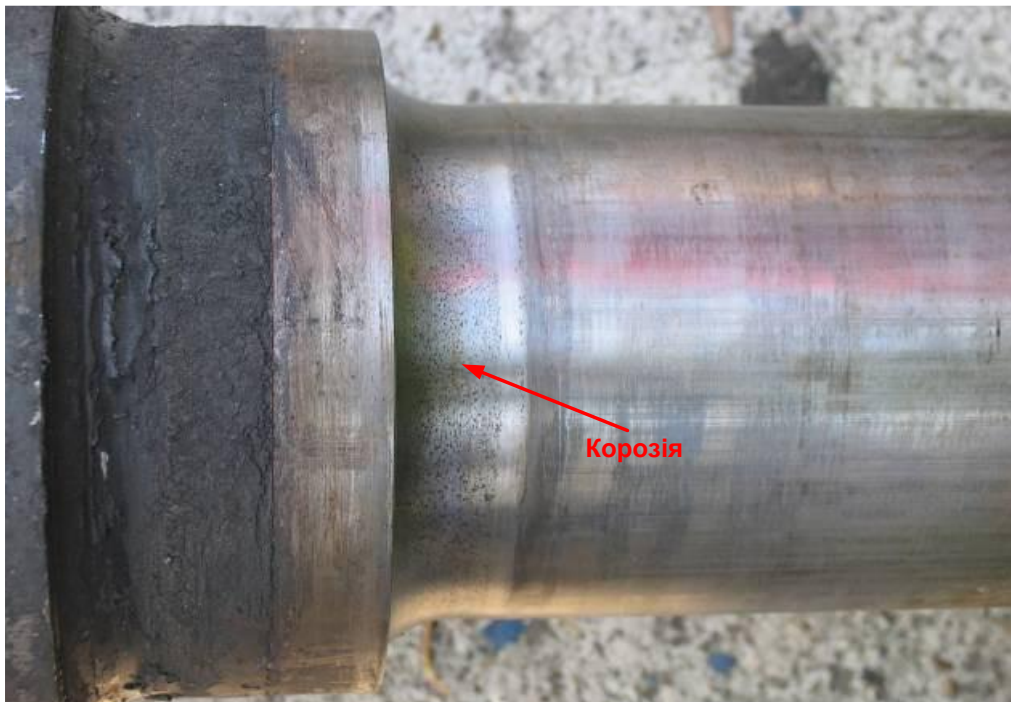


Рис. 4.15. Корозійні пошкодження в галтелі шийки осі



Рис. 4.16. Корозійні пошкодження шийки осі

Причиною виникнення є взаємодія з поверхнево-активними хімічними речовинами, водою і вологою.

Виявляються зовнішнім оглядом.

Знос шийки осі через прокручування внутрішнього кільця – круговий знос шийки осі під внутрішніми кільцями підшипників, викликаний втратою натягу посадки внутрішніх кілець (рис. 4.17).



Рис. 4.17. Знос шийки осі через прокручування внутрішнього кільця

Головні причини виникнення – прокручування внутрішніх кілець внаслідок втрати натягу посадки на шийку осі (неправильно підібраний натяг при монтажі внутрішніх кілець, розрив внутрішнього кільця, втрата натягу внаслідок заклинювання підшипника і його нагріву).

Під час проведення ремонту колісної пари знос шийки осі через прокручування внутрішнього кільця виявляється зовнішнім оглядом після зняття внутрішніх кілець. В експлуатації, якщо є ознаки перекоосу букси, спрацьовування шийки осі можна визначити візуально або за допомогою шупа Басалаєва.

4.3. Термомеханічні пошкодження коліс та осей

Навар – це зміщення металу на поверхні обода колеса, що характеризується утворенням зсуву металу, що чергуються, U-подібної форми (рис. 4.18).

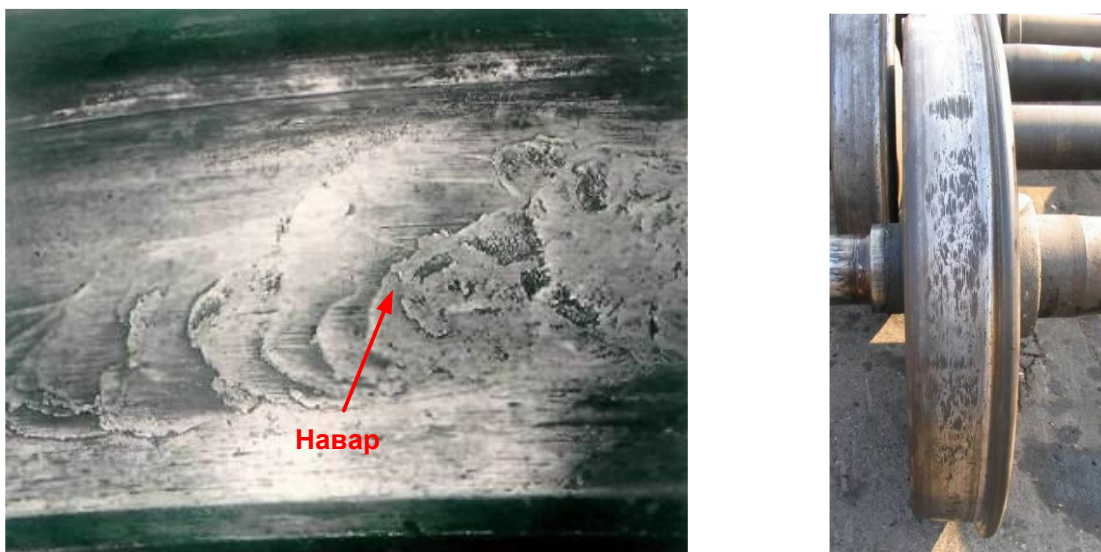


Рис. 4.18. Навар на поверхні кочення колеса

Головні причини виникнення – інтенсивна пластична деформація металу при короткочасному заклинюванні коліс (юза).

Виявляють навари при зустрічі поїзда з ходом на слух за характерним стуком, що повторюється з певною періодичністю, а після зупинки потяга при уважному огляді коліс. Вимірювання висоти навару виконується абсолютним шаблоном. Висота

навару визначається як різниця вимірів прокату у двох площинах – поряд з наваром і на наварі. У разі, коли навар зміщений від кола кочення, движок абсолютного шаблона зміщується по спеціальному прорізу до збігу його з наваром.

Повзун – локальне спрацьовування колеса, що характеризується утворенням плоскої площадки на поверхні кочення (рис. 4.19).



Рис. 4.19. Повзун на поверхні колеса

Головні причини виникнення – ковзання колеса по рейці, що викликає місцеве стирання і деформацію металу колеса. Повзуни можуть бути на обох колесах (при ковзанні колісної пари, заклиненої гальмом вагона)

або на одному колесі в результаті гальмування вагона знімним башмаком на сортувальній гірці.

До появи повзунів можуть призвести:

- несправності гальмівних приладів;
- порушення правил регулювання важільної передачі;
- неправильне управління гальмами локомотива;
- розпуск вагонів на немеханізованих сортувальних гірках зі швидкостями, що перевищують допустимі.

Спосіб виявлення і характерні ознаки. Виявляють повзуни при зустрічі поїзду з ходом на слух за характерним стуком, що повторюється з певною періодичністю, а після зупинки потяга - при уважному огляді коліс. Вимірювання глибини повзуна виконується абсолютним шаблоном. Глибина повзуна визначається як різниця вимірів прокату у двох площинах – поряд з повзуном і на повзуні. У разі, коли повзун зміщений від кола кочення, движок абсолютного шаблона зміщується по спеціальному прорізу до збігу його з повзуном.

Зварювальні опіки – термомеханічне пошкодження у вигляді слідів торкання електродом або оголеним дротом поверхні осі (рис. 4.20).



Рис. 4.20. Зварювальні опіки осі

Головні причини виникнення – недотримання правил виконання зварювальних робіт. При зіткненні з електродом або оголеним дротом відбуваються місцеві структурні зміни металу осі внаслідок нагріву, що надалі

викликає появу тріщини. Виявляються зовнішнім оглядом.

4.4. Механічні пошкодження, що викликають деформацію та порушення складання колісних пар

Гострокінцевий накат гребеня виглядає як виступ, що утворюється в результаті пластичної деформації поверхневих шарів металу гребеня у бік його вершини (рис. 4.21).



Рис. 4.21. Гострокінцевий накат гребеня

Виникає загострений накат гребеня, якщо експлуатація колісної пари відбувається на ділянках колії з підвищеним боковим зносом рейок. Також причиною може бути незадовільна робота колісної пари через її неправильне встановлення у візку; неприпустима різниця діаметрів коліс на одній осі; тривала робота на ділянках колії з кривими малого радіуса. Виявляється зовнішнім оглядом.

Круговий наплив на фаску являє собою механічне пошкодження, що характеризується зміщенням металу обода в бік фаски і утворенням напливу, що виступає над зовнішньою поверхнею обода (рис. 4.22).



Рис. 4.22. Круговий наплив на фаску колеса

Утворюється круговий наплив на фаску в результаті пластичної деформації верхніх шарів металу обода, що виникає під дією нормальних і бокових зусиль, найчастіше в кривих ділянках колії. Виявляється зовнішнім оглядом.

Круговий наплив металу на фаску, що виходить за зовнішню грань обода, при випуску вагонів із планових видів ремонту вантажних, із ТОВ-1 та ТОВ-2 не допускається.

Місьцеве розширення обода є механічним пошкодженням, що характеризується утворенням місцевого напливу в зоні фаски обода колеса (рис. 4.23).

За величину місцевого розширення обода береться різниця вимірів ширини обода, що вимірюється в місці найбільшого розширення і в місці, що не має його.

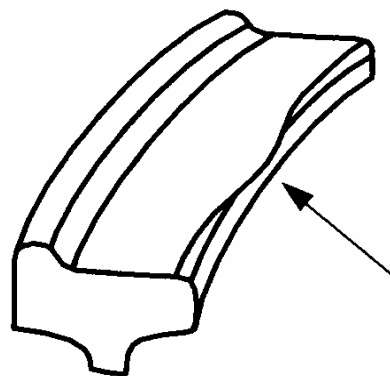


Рис. 4.23. Місьцеве розширення обода

Визначається зовнішнім оглядом з наступним вимірюванням за допомогою кронциркуля та лінійки ширини обода колеса в місці найбільшого розширення й у місці, що не має його, та обчисленні різниці цих вимірів.

В експлуатації не допускається місцеве розширення обода колеса понад 5 мм, а при випуску з поточного ремонту з відчепленням від состава пасажирського поїзда колісні пари з будь-яким місцевим розширенням обода замінюють на справні.

Наклеп (намини) на шийці осі від внутрішнього кільця підшипника – це допустиме в експлуатації механічне утворення, що характеризується місцевим незначним змінанням поверхні шийки осі, що створює наклеп у місцях змінання (рис. 4.24).



Головна причина виникнення наминів полягає в місцевих високих контактних тисках на поверхні шийки осі через наявність гострих кромek і відступів від геометрії посадкових отворів внутрішнього кільця підшипників. Виявляється зовнішнім оглядом.

Рис. 4.24. Намин на шийці осі

Забоїни і вм'ятини – це механічні пошкодження, що супроводжуються деформацією металу (рис. 4.25–4.28).



Рис. 4.25. Вм'ятина на шийці осі



Рис. 4.26. Забоїна на середній частині осі

Вони характеризуються утворенням на шийці, передпідматочинній або середній частині осі місцевих поглиблень.



Рис. 4.27. Забоїна на шийці осі



Рис. 4.28. Забоїна на середній частині осі

Забоїни і вм'ятини виникають внаслідок удару сторонніми предметами по осі в процесі ремонту колісної пари, її зберігання або транспортування. Виявляють забоїни і вм'ятини зовнішнім оглядом з наступним вимірюванням осі в місці пошкодження штангенциркулем або спеціальним мікрометром. При діаметрі середньої частини осі в місці забоїни або вм'ятини менше допустимого вісь бракують, колісну пару розформовують. На шийках і передпідматочинних частинах допускається залишати без усунення регламентовані інструкціями невеликі забоїни і вм'ятини. Виявляються зовнішнім оглядом.

Пошкодження центрального отвору (рис. 4.29 – 4.31) від механічної дії центрів шийкокатних або колесотокарних верстатів є допустимим в експлуатації порушенням форми центрального отвору осі, а виявляється зовнішнім оглядом при ремонті колісних пар.

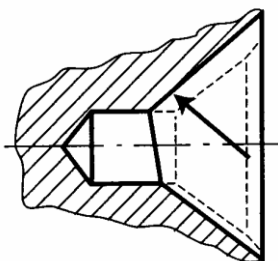


Рис. 4.29. Схема пошкодження центрального отвору



Рис. 4.30. Пошкодження центрального отвору осі типу РУ1Ш

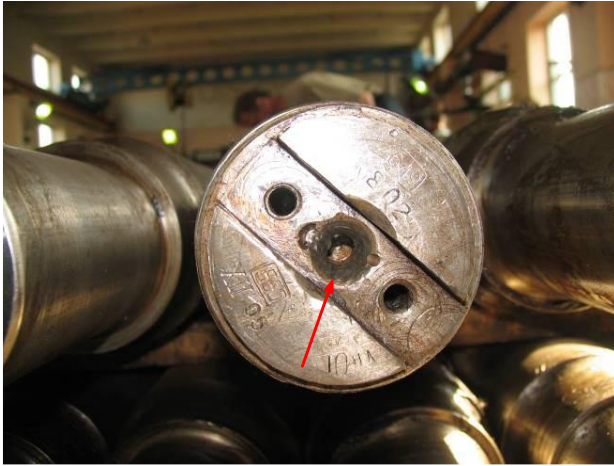


Рис. 4.31. Пошкодження центрального отвору осі типу РУ1

Пошкодження різьби М110×4 осей РУ1 – це механічні пошкодження, що характеризуються пошкодженням геометрії профілю різьби (рис. 4.32 – 4.36).

Основні причини пошкодження різьби М110×4 осей РУ1 – це дія горизонтальних сил, що викликають пластичну деформацію різьби, порушення технології монтажу-демонтажу буксового вузла, правил зберігання

і транспортування колісних пар і осей, а також наявність внутрішніх металургійних дефектів.

Деформація різьби визначається за допомогою різьбового калібра. Зовнішній діаметр різьби вимірюється штангенциркулем або спеціальним шаблоном.



Рис. 4.32. Вирив ділянки різьби в результаті механічної дії



Рис. 4.33. Змінання різьби в результаті механічної дії лабіринтовою частиною корпусу букси при демонтажі з шийки осі



Рис. 4.34. Пошкодження (вирив) різьбової нитки по внутрішньому дефекту осі



Рис. 4.35. Зминання ниток різьби в результаті послаблення гайки М110

Пошкодження різьби М12 осей РУ1 і М20 осей РУ1Ш характеризується порушенням профілю різьби в отворах торця шийки осі (рис. 4.37, 4.38).



Рис. 4.36. Деформація (зріз) ниток різьби в результаті неякісного підбору гайки М110

Пошкодження можуть бути дією горизонтальних сил, що викликають пластичну деформацію різьби, або порушенням технології монтажу-демонтажу буксового вузла і наявністю внутрішніх металургійних дефектів у різьбі. Визначаються зовнішнім оглядом з перевіркою калібрами.

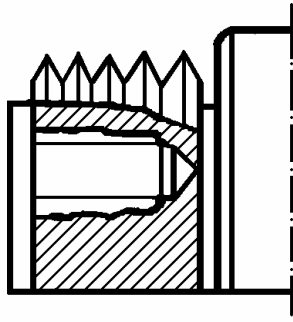


Рис. 4.37. Пошкодження різьби М12 осі РУ1

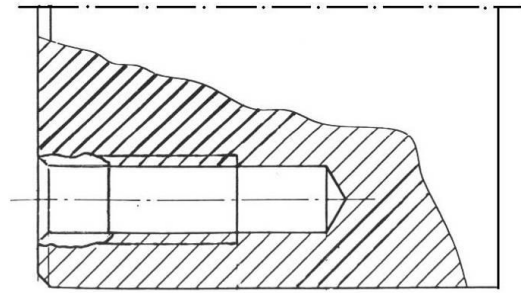


Рис. 4.38. Пошкодження різьби М20 осі РУ1Ш

Обрив болтів М12 осей типу РУ1 та М20 осей типу РУ1Ш (рис. 4.39, 4.40) може статися від дії горизонтальних сил, що викликають пластичну деформацію різьби і обриви стрижнів або є наслідком порушення технології монтажу-демонтажу буксового вузла. Причиною може бути наявність внутрішніх металургійних дефектів у болтах. Визначається візуальним оглядом.



Рис. 4.39. Обрив головок болтів М12 кріплення стопорної планки в осі типу РУ1



Рис. 4.40. Обрив головок болтів М20 торцевого кріплення підшипників на шийці осі РУ1Ш

Зсув колеса на осі характеризується зміщенням колеса уздовж осі в результаті порушення пресового з'єднання колеса з віссю (рис. 4.41, 4.42).



Рис. 4.41. Зсув колеса на осі
(вигляд з внутрішнього
боку колеса)



Рис. 4.42. Зсув колеса на осі
(вигляд із зовнішнього
боку колеса)

Причинами зсуву колеса на осі можуть бути порушення технології формування колісної пари або механічний вплив при сході рухомого складу. При зовнішньому огляді колісної пари характерними ознаками зсуву колеса на осі є зміна відстані між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс; розрив фарби біля маточини колеса по всьому периметру з'єднання колеса з віссю, поява корозійної смуги (іржа) або мастила з-під маточини з внутрішнього боку колеса.

Вигин осі колісної пари є результатом її деформації від механічних пошкоджень при сході рухомого складу (рис. 4.43).



Рис. 4.43. Вигин осі колісної пари після сходу вагона

Характерними ознаками вигину осі є зміна відстані між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс, яка вимірюється

в чотирьох точках, розташованих у двох взаємоперпендикулярних площинах, або биття середньої частини осі, яке вимірюється при обертанні колісної пари на верстаті.

4.5. Порушення суцільності металу експлуатаційного походження

Тріщини в диску біля обода є порушенням суцільності металу через граничне накопичення втомних пошкоджень у диску колеса або наявність поверхневих і внутрішніх дефектів (рис. 4.44).



Рис. 4.44. Тріщини в диску біля обода

Виникненню тріщини сприяють тонкий обід; перевантаження колісної пари через наявність неприпустимих дефектів на поверхні кочення коліс; неякісна поверхня диска; наявність внутрішніх дефектів металу диска.

Виявляють тріщини в ободі зазвичай зовнішнім оглядом і дефектоскопією.

Термічні тріщини на поверхні кочення обода колеса (рис. 4.45) так само є порушенням суцільності металу у вигляді паралельних похилих тріщин термоутомленого походження по периметру поверхні кочення колеса.

Головна причина виникнення термічних тріщин – це циклічне повторення інтенсивного нагріву поверхні кочення

колеса від дії гальмівної колодки при гальмуванні і наступного її охолодження.



Рис. 4.45. Термічні тріщини на поверхні кочення обода

Тріщини в підматочинній частині осі являють собою порушення суцільності металу у вигляді поперечних втомних тріщин (рис. 4.46). **Головна причина виникнення** цих тріщин – циклічна втома металу осі через порушення при формуванні колісної пари; схід рухомого складу; перевантаження колісної пари; наявність неприпустимих дефектів на поверхні кочення коліс; дефекти металу; незадовільну якість накатування.



Рис. 4.46. Тріщини в підматочинній частині осі

Виявляють тріщини в підматочинній частині осі також зовнішнім оглядом і дефектоскопією.

Тріщини на шийках і передпідматочинних частинах осі у вигляді втомних тріщин (рис. 4.47 та 4.48) є наслідком циклічної втоми металу шийки осі через схід рухомого складу;

перевантаження колісної пари через наявність неприпустимих дефектів на поверхні кочення коліс; дефект металу; якість накатування.

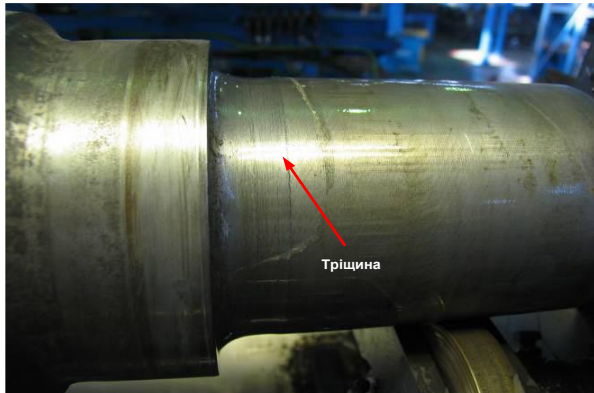


Рис. 4.47. Поперечна втомна тріщина на шийці осі

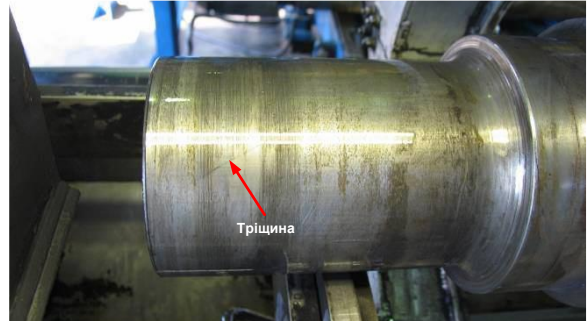


Рис. 4.48. Похила втомна тріщина на шийці осі

Тріщини в галтелях шийок і передпідматочинних частинах осі (рис. 4.49) є наслідком циклічної втоми металу в галтелях шийок і передпідматочинних частинах осі через сходи рухомого складу; перевантаження колісної пари через наявність неприпустимих дефектів на поверхні кочення коліс; дефект металу; незадовільну якість накатування; наявність концентраторів напруги у вигляді грубих рисок, задирів і корозії.

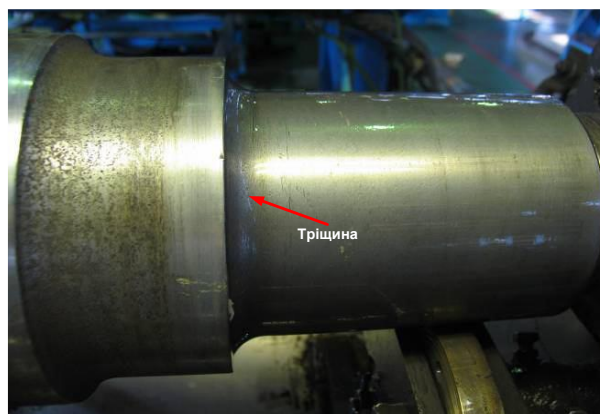


Рис. 4.49. Втомна тріщина в галтелі шийки осі

4.6. Порушення суцільності металу технологічного походження

Подовжні тріщини, заочування, плени, розшарування і неметалеві включення в ободі колеса (рис. 4.50 – 4.54) є порушенням суцільності металу через недотримання технології виготовлення коліс.



Рис. 4.50. Подовжня тріщина в ободі колеса через наявність неметалевого (до обточування колеса) включення



Рис. 4.51. Подовжня тріщина в ободі колеса через наявність неметалевого (після обточування колеса) включення



Рис. 4.52. Подовжня тріщина обода колеса



Рис. 4.53. Розшарування і плени на зовнішній боковій поверхні обода колеса

Спосіб виявлення зазначених тріщин – зовнішній огляд і дефектоскопія.

Закочування або складка металу в диску колеса (рис. 4.55, 4.56) є також наслідком порушення суцільності металу через недотримання технології виготовлення коліс.



Рис. 4.54. Закочування на зовнішній поверхні обода колеса



Рис. 4.55. Закочування металу в зоні диска біля обода



Рис. 4.56. Складка металу в зоні диска біля маточини

За зовнішнім виглядом дефект є тонкою звивистою тріщиною, що поширюється в коловому або радіальному напрямках по диску колеса.

Поперечна тріщина на поверхні кочення обода колеса (рис. 4.57) виявляється зовнішнім оглядом і дефектоскопією.

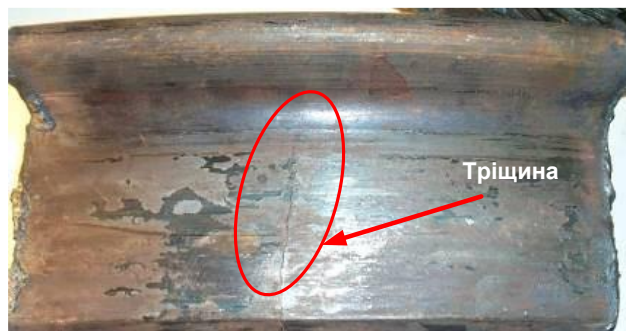


Рис. 4.57. Поперечна тріщина на поверхні кочення обода колеса

Тріщина в маточині колеса (рис. 4.58) виникає через недотримання технології виготовлення коліс.



Рис. 4.58. Тріщина в маточині колеса

Тріщина в диску біля маточини колеса (рис. 4.59) є наслідком циклічної втоми металу в диску колеса біля обода через перевантаження колісної пари та наявності неприпустимих дефектів на поверхні кочення коліс або дефект металу.

Виявлення тріщин – зовнішній огляд і дефектоскопія.



Радіальна тріщина колеса (рис. 4.60) може з'явитися в результаті дії циклічних навантажень, високих внутрішніх напружень у колесі і наявності в ободі колеса грубих дефектів металургійного походження.

Рис. 4.59. Тріщина в диску біля маточини колеса



Рис. 4.60. Радіальна тріщина колеса

Тріщина наскрізна, з внутрішнього і зовнішнього боку колеса може не мати виходу на поверхню кочення, виявляється зовнішнім оглядом і дефектоскопією.

Тріщина гребеня колеса (рис. 4.61) є результатом порушення суцільності металу через недотримання технології виготовлення або ремонту коліс.

Наявність металургійних дефектів, а також високих внутрішніх напружень від термічної дії при наплавленні і зміцненні гребеня є головними причинами тріщин у гребені.

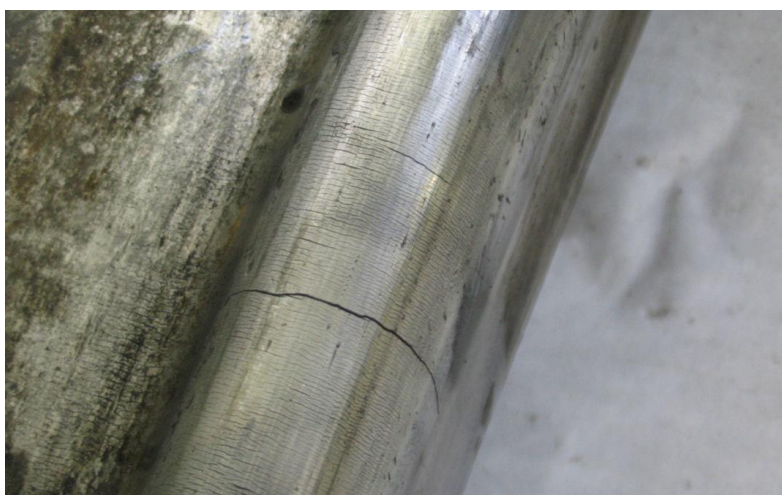


Рис. 4.61. Тріщина гребеня

Поперечні і похилі тріщини на середній частині осі (рис. 4.62) виникають через накопичення циклічної втоми і недотримання технології виготовлення осей. У свою чергу циклічна втома металу в середній частині осі виникає через перевантаження колісної пари за наявності неприпустимих дефектів на поверхні кочення коліс і дефекту металу.

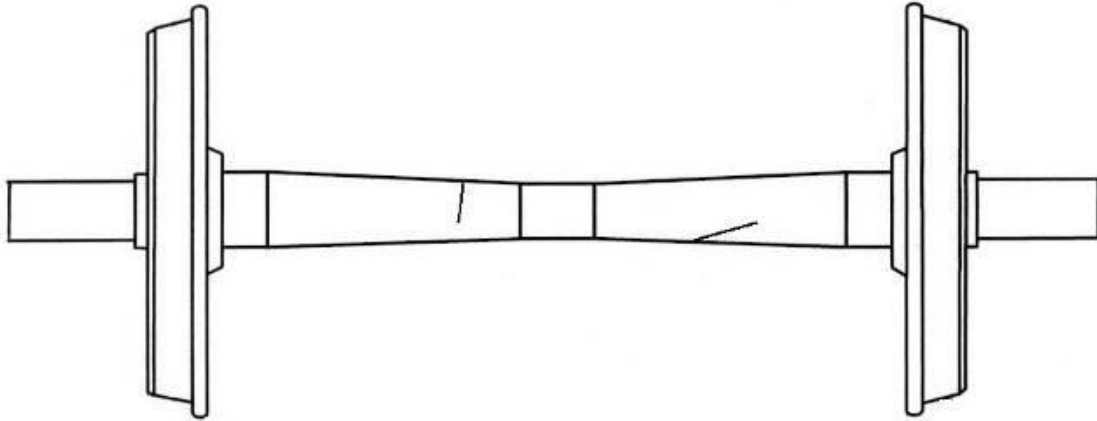


Рис. 4.62. Поперечні та похил тріщини на середній частині осі

Подовжні і похилі тріщини на середній частині осі (рис. 4.63) виникають частіше через недотримання технології виготовлення осей.

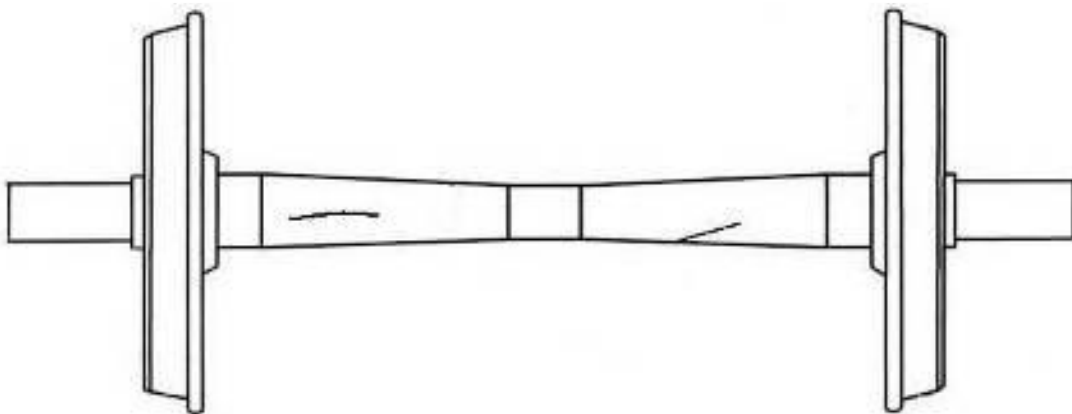


Рис. 4.63. Подовжні і похилі тріщини на середній частині осі

У процесі ремонту коліс проводиться зовнішній огляд і дефектоскопія осей, виконується вимірювання довжини подовжніх і похилих тріщин.

4.7. Руйнування у вигляді викришування металу і відколювання окремих частин

Вищербини по світлих плямах, повзунах, наварах (рис. 4.64) – місцеве руйнування у вигляді викришування металу поверхні кочення колеса.



Рис. 4.64. Вищербини по світлих плямах, повзунах, наварах

Викришування ділянок поверхні кочення відбувається в результаті загартування металу при ковзанні заклиненних колісних пар по рейках.

Виявляють вищербини при зустрічі поїзда з ходу на слух за характерним стуком, що повторюється з певною періодичністю, а після зупинки поїзда – при огляді коліс. Вимірювання глибини вищербини виконують абсолютним шаблоном. Глибина вищербини визначається як різниця вимірів прокату у двох площинах - поряд з вищербиною і на вищербині. У разі, коли вищербина зміщена від кола кочення, движок абсолютного шаблона зміщується по спеціальному прорізу до збігу його з вищербиною.

Характерні ознаки вищербини: утворюються на світлих плямах, повзунах і наварях; глибина не перевищує 2 мм і рідко досягає 3 мм; розташовуються на обох колесах колісної пари, рідше на одному колесі.

Вищербини по втомних тріщинах (рис. 4.65) з'являються у вигляді викришування металу поверхні кочення колеса.



Рис. 4.65. Вищербини по втомних тріщинах

Вищербини по втомних тріщинах є одним з видів природного зносу металу і виникають внаслідок вичерпання металом запасу пластичності і накопичення втомних пошкоджень.

Виявляють вищербини при зустрічі поїзда з ходу на слух за характерним стуком, що повторюється з певною періодичністю, а після зупинки поїзда – при огляді коліс. Вимірювання глибини вищербини виконується абсолютним шаблоном.

Глибина вищербини визначається як різниця вимірів прокату у двох площинах – поряд з вищербиною і на вищербині. У разі, коли вищербина зміщена від кола кочення, движок абсолютного шаблона зміщується по спеціальному прорізу до збігу його з вищербиною.

Характерні ознаки вищербини: утворюються по втомних тріщинах; глибина може досягати значних розмірів; поверхня нерівна, має характерний вигляд втомного руйнування і покрита плівкою оксидів; усередині вищербини розвиваються тріщини, що йдуть углиб обода під гострим кутом до поверхні кочення, що виявляється при обточуванні і дефектоскопії коліс.

Вищербини по термічних тріщинах на поверхні кочення обода колеса (рис. 4.66) утворюються в результаті багаторазових нагрівів і охолоджень, що повторюються при гальмуванні, з подальшим зростанням і об'єднанням мікротріщин під дією контактних навантажень з наступним викришуванням металу.



Рис. 4.66. Вищербини по термічних тріщинах на поверхні кочення обода колеса

Виявляють вищербини при зустрічі поїзда з ходом на слух за характерним стуком, що повторюється з певною періодичністю, а після зупинки поїзда – при огляді коліс.

Вимірювання глибини вищербини виконують абсолютним шаблоном.

Глибина вищербини визначається як різниця вимірів прокату у двох площинах – поряд з вищербиною і на вищербині. У разі, коли вищербина зміщена від кола кочення, движок абсолютного шаблона зміщується по спеціальному прорізу до збігу його з вищербиною.

Характерні ознаки: утворюються по сітці термічних тріщин; розташовані групами; мають паралельні грані, поперечно орієнтовані відносно поверхні кочення.

Відкол зовнішньої бокової поверхні обода колеса (рис. 4.67) являє собою місцеве руйнування у вигляді відколу металу біля зовнішньої грані в районі фаски обода колеса, що характеризується значною глибиною і протяжністю.



Рис. 4.67. Відколи зовнішньої бокової поверхні обода колеса

Головні причини виникнення відколу – це розвиток втомних підповерхневих тріщин від внутрішніх дефектів металургійного походження під дією експлуатаційних навантажень.

Виявляють відколи зовнішнім оглядом з визначенням геометричних параметрів відколу.

В експлуатації не допускаються відколи глибиною (по радіусу колеса) понад 10 мм; ширина частини обода колеса, що залишилася, у місці відколу менше 120 мм; тріщина в пошкодженому місці, незалежно від розмірів відколу, що поширюється вглиб металу.

При ремонті колісних пар, якщо дозволяє товщина обода, несправність усувають обточуванням.

Відкол кругового напливу зовнішньої бокової поверхні обода колеса (рис. 4.68) являє собою руйнування металу у вигляді відколу напливу на окремих ділянках або по всьому периметру обода.



Рис. 4.68. Відкол кругового напливу зовнішньої бокової поверхні обода колеса

Головні причини виникнення відколів полягають у втомних процесах у місці напливу і дії уповільнювачів при розпуску вагонів на механізованих гірках.

Відкол обода колеса виявляють зовнішнім оглядом з визначенням геометричних параметрів відколу.



Рис. 4.69. Відкол гребеня колеса

Відкол гребеня колеса (рис. 4.69) – це механічне пошкодження, що характеризується порушенням суцільності металу через внутрішні дефектів металургійного походження.

Відкол гребеня колеса виявляють зовнішнім оглядом.

Якщо дозволяють умови, несправність усувають обточуванням.

Руйнування напиленого шару відновленої шийки осі пов'язане з порушенням технології відновлення шийок осей (рис. 4.70).



Рис. 4.70. Руйнування напиленого шару відновленої шийки осі

Виявляють руйнування напиленого шару відновленої шийки осі візуальним оглядом і обстукуванням оправкою або мідним молотком і проведенням дефектоскопії шийки.

4.8. Руйнування у вигляді зламу



Рис. 4.71. Злам колеса по тріщині біля маточини

Злам колеса по тріщині біля маточини (рис. 4.71) в результаті розвитку тріщини в диску виникає від втоми колеса під дією циклічних навантажень, наявності концентраторів напружень у вигляді поверхневих або внутрішніх дефектів у диску.

Злам колеса по тріщині біля обода (рис. 4.72) є наслідком розвитку втомної тріщини через граничне накопичення втомних пошкоджень у диску.



Рис. 4.72. Злам колеса по тріщині біля обода

Виникненню тріщини сприяють: тонкий обід; перевантаження колісної пари через наявність дефектів на поверхні кочення коліс; неякісна поверхня диска; наявність внутрішніх дефектів металу біля обідної зони диска.

Злам обода колеса в круговому напрямку (рис. 4.73) являє собою повне або часткове відколювання частини обода в результаті розвитку внутрішньої кільцевої тріщини в круговому напрямку обода колеса.



Рис. 4.73. Злам обода колеса в круговому напрямку

Причиною утворення розвитку тріщини в круговому (подовжньому) напрямку можуть бути експлуатаційні пошкодження або металургійні дефекти в ободі колеса.

Дефект характерний для коліс з тонким ободом і круговим напливом металу на фаску.

Злам осі через розвиток тріщини в шийці (рис. 4.74) є результатом руйнування осі під дією циклічних навантажень.



Рис. 4.74. Злам осі через розвиток тріщини в шийці

Головними причинами виникнення зламу є втома осі під дією циклічних навантажень, наявність концентраторів напружень металургійного та експлуатаційного характеру.

Злам осі через розвиток тріщини в передпідматочинній частині (рис. 4.75)

виникає також під дією циклічних навантажень, через наявність концентраторів напружень металургійного та експлуатаційного характеру.

Такими самими причинами є виникнення *зламу осі через розвиток тріщини в підматочинній частині* (рис. 4.76), *зламу осі через розвиток тріщини в середній частині* (рис. 4.77) і *зламу шийки осі* через руйнування буксового вузла (рис. 4.78).

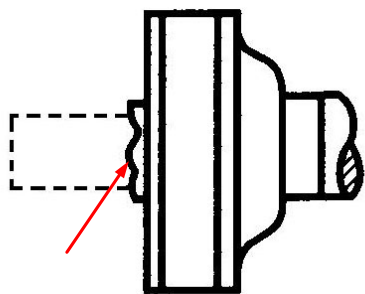


Рис. 4.75. Схема зламу осі в передпідматочинній частині

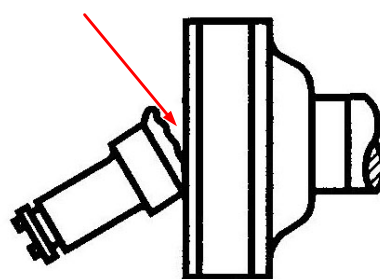


Рис. 4.76. Схема зламу осі в підматочинній частині



Рис. 4.77. Злам осі через розвиток тріщини в середній частині



Рис. 4.78. Злам шийки осі через руйнування буксового вузла

4.9. Порушення геометричних параметрів

Ширина обода колеса менше допустимої величини (рис. 4.79) є наслідком зміни ширини обода в процесі ремонту і експлуатації в результаті багаторазового обточування внутрішньої поверхні обода колеса і дії уповільнювачів на сортувальних гірках.



Рис. 4.79. Ширина обода колеса менше допустимої величини

До експлуатації не допускаються колеса з шириною обода менше 126 мм або з товщиною диска біля обода менше 17 мм.

Маломірність осі по діаметрах шийки, передпідматочинної, підматочинної і середньої частин (рис. 4.80) – це зменшення геометричних розмірів частин осі внаслідок механічної обробки.

Маломірність осі за діаметром шийки визначається найменшим допустимим діаметром шийки осі ($130_{-0,040}$ мм).

Найменший допустимий діаметр передпідматочинної частини осі 164 мм обчислюється як маломірність осі за діаметром передпідматочинної частини.

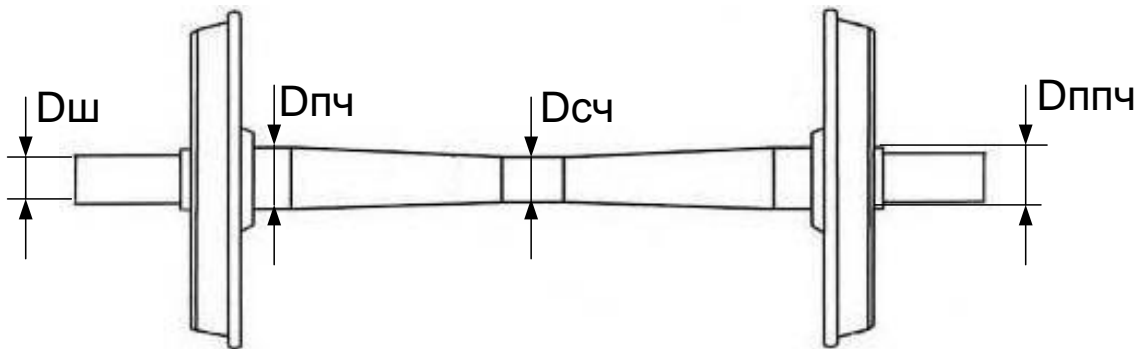


Рис. 4.80. Маломірність осі по діаметрах шийки ($D_{ш}$), передпідматочинної ($D_{ппч}$), підматочинної ($D_{пч}$) і середньої ($D_{сч}$) частин

Допустимі розміри шийок, підматочинних і передпідматочинних частин осей колісних пар вантажних вагонів після поточного, середнього та капітального ремонту колісних пар наведені в табл. Д.1.2.

Допустимі розміри шийок, підматочинних і передпідматочинних частин осей колісних пар пасажирських вагонів після відповідних ремонтів наведені в табл. Д.1.3.

Порушення геометричних параметрів різьбових отворів M20 в осях РУ1Ш (рис. 4.81, 4.82) викликані порушенням технології виготовлення осі, що обумовлюється глибиною отвору M20 більше допустимих розмірів або зміщення отвору M20 (кут між осями отворів менше або більше 90°).

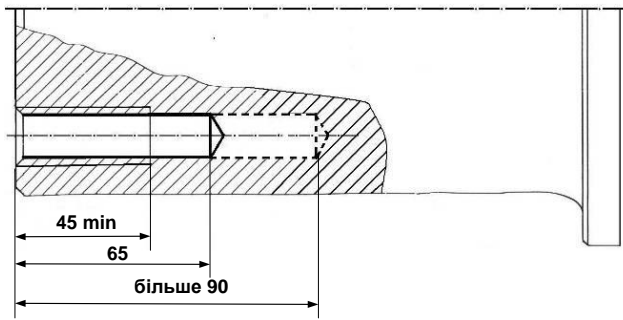


Рис. 4.81. Глибина різьбового отвору М20 більше допустимих значень

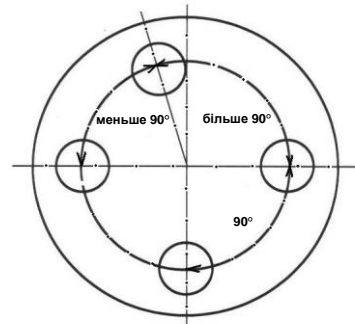


Рис. 4.82. Зміщення різьбового отвору М20 (кут між осями отворів менше або більше 90°)

Відстань між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс щодо відповідності допустимим розмірам зображена на рис. 4.83.



Рис. 4.83. Відстань між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс щодо відповідності допустимим розмірам (вимірювання штангенном "РВП")

Це порушення розміру є наслідком механічної обробки внутрішніх бокових поверхонь ободів коліс.

Виявляється вимірюванням відстаней між боковими поверхнями ободів коліс у вільних від навантаження колісних парах у чотирьох точках, розташованих у двох взаємоперпендикулярних площинах.

4.10. Порухення відхилення форми та розташування поверхонь

Овальність і відхилення від концентричності по колу кочення коліс більше допустимих розмірів (рис. 4.84) є зміною геометричних параметрів коліс.

Овальність і концентричність коліс є результатом нерівномірного зносу по колу кочення коліс і порушення технології ремонту.

Овальність визначається напіввізницею між найбільшим і найменшим діаметрами коліс, виміряними у двох взаємоперпендикулярних напрямках.

Відхилення від концентричності визначається різницею найбільшого і найменшого з радіальних проміжків в одній площині при вимірюванні від поверхні шийки або підматочинної частини осі до зовнішньої поверхні обода колеса в площині кола кочення.

Перевірка овальності коліс

Перевірка відхилення від концентричності коліс

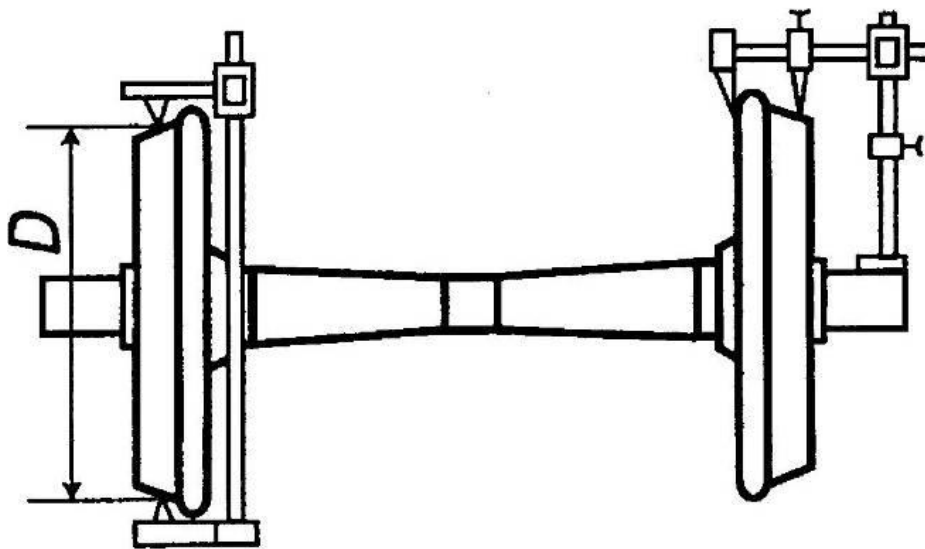


Рис. 4.84. Схема перевірки овальності та концентричності коліс

Овальність шийки і передпідматочинної частини осі більше допустимих розмірів (рис. 4.85) є порушенням геометрії цих частин осі.

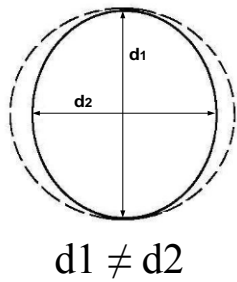


Рис. 4.85. Порушення геометрії частин осі

Головні причини виникнення овальності шийки і передпідматочинної частини – це порушення технології виготовлення і ремонту.

Овальність шийки і передпідматочинної частини осі визначається різницею її діаметрів, виміряних в одному поперечному перерізі у двох взаємоперпендикулярних площинах.

Конусоподібність шийки осі більше допустимих розмірів

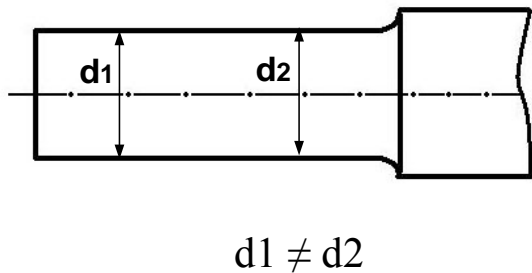


Рис. 4.86. Конусоподібність шийки осі

(рис. 4.86) виникає при порушенні технології виготовлення і ремонту.

Конусоподібність шийки осі визначається різницею її діаметрів по кінцях циліндричних поверхонь, виміряних в одному поперечному перерізі у двох взаємоперпендикулярних площинах.

Порушенням геометрії колісної пари є різниця відстаней між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс більше допустимих розмірів (рис. 4.87). Головні причини виникнення цього порушення: неякісне розточування отворів маточин коліс; недотримання допусків посадки коліс на вісь при формуванні колісної пари; вигин осі; деформація коліс.

Проводиться вимірювання відстаней між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс у вільних від навантаження колісних парах у чотирьох точках, розташованих у двох взаємоперпендикулярних площинах. Далі виконується обчислення різниці вимірів і порівняння її з тією, що допускається.

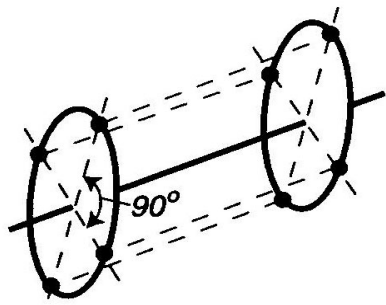


Рис. 4.87. Вимірювання різниці відстаней між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс штангеном "РВП"

Порушенням геометрії коліс є різниця діаметрів коліс у колісній парі більше допустимих розмірів (рис. 4.88, 4.89), головними причинами якої є порушення технології ремонту і формування колісних пар. Виявляється це порушення вимірюванням діаметрів коліс і обчисленням різниці вимірів і порівняння її з допустимим розміром.

При різниці діаметрів коліс понад 1 мм їх обточують.



Рис. 4.88. Вимірювання діаметрів коліс приладом "МАИК"



Рис. 4.89. Вимірювання діаметрів коліс скобою "ДК"

Контрольні питання

1. Які причини утворення несправностей колісних пар і їхніх елементів?
2. Як можна класифікувати несправності колісних пар вагонів?

3. Які зноси коліс та осей відносять до групи природного зносу?
4. Які основні причини виникнення природного зносу коліс та осей?
5. Яка основна причина виникнення нерівномірного прокату на поверхні кочення коліс вагонів?
6. Яка основна причина виникнення зносу гребеня колеса?
7. Що сприяє інтенсивному зносу гребенів коліс?
8. Які існують термомеханічні пошкодження коліс і осей?
9. Які основні причини виникнення термомеханічних пошкоджень коліс і осей.
10. Які існують механічні пошкодження, що викликають деформацію та порушення цілісності колісних пар?
11. Які основні причини виникнення механічних пошкоджень коліс і осей.
12. Які існують види порушення суцільності металу експлуатаційного походження?
13. Які основні причини виникнення порушення суцільності металу експлуатаційного походження?
14. Які існують види порушення суцільності металу технологічного походження?
15. Які основні причини виникнення порушення суцільності металу технологічного походження?
16. Що викликає руйнування у вигляді викришування металу і відколювання окремих частин в елементах колісних пар?
17. Що викликає руйнування у вигляді зламу елементів колісних пар?
18. Які існують види порушення геометричного параметра елементів колісних пар?
19. Якими причинами викликані відхилення форми та розташування поверхонь елементів колісних пар?
20. Чому дорівнює максимальне можливе значення різниці діаметрів коліс на колісній парі?
21. Чому дорівнює найменший допустимий діаметр середньої частини осей вантажних вагонів?
22. Чому дорівнює найменший допустимий діаметр середньої частини осі пасажирських вагонів?
23. Як визначається глибина повзуна на колесі?

5. НОРМИ БРАКУВАННЯ І МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІСНИХ ПАР І ЇХНІХ ЕЛЕМЕНТІВ

5.1. Норми бракування і методи відновлення коліс

Експлуатація колісних пар вагонів, у яких виявлено *рівномірний прокат* поверхні кочення колеса, що більше допустимого (рис. 5.1), не допускається [48, 49, 50, 52].

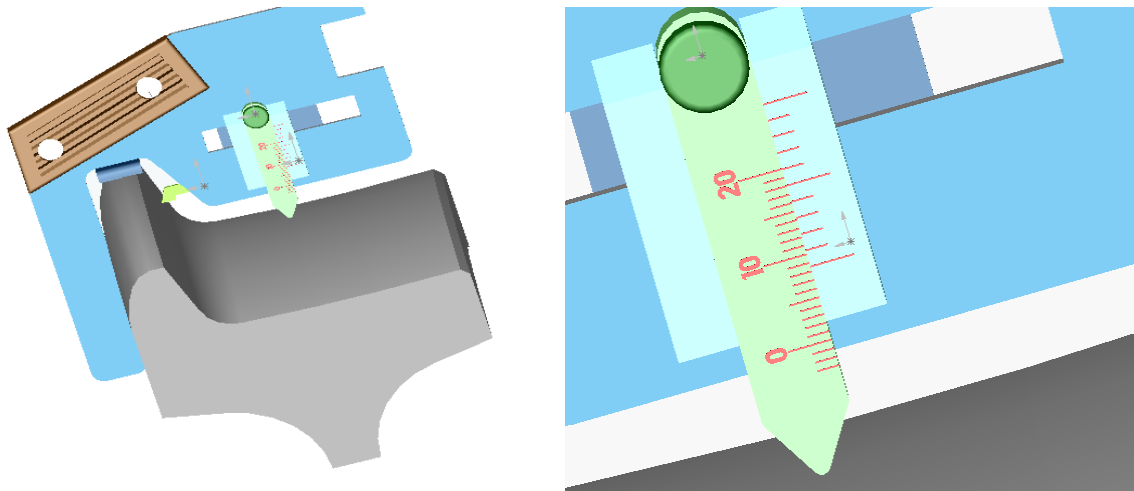


Рис. 5.1. Рівномірний прокат більший за допустимий

Величина допустимого рівномірного прокату залежить від типу вагона (вантажний або пасажирський) і допустимої швидкості руху. Так, у вантажних вагонах величина рівномірного прокату не повинна перевищувати 9 мм.

У пасажирських вагонах, що рухаються в поїздах зі швидкістю 120 – 160 км/год, допускається рівномірний прокат не більше 5 мм; у колісних пар з приводом редуктора від торця шийки осі – не більше 4 мм.

Для пасажирських вагонів поїздів далекого прямування, що рухаються зі швидкістю до 120 км/год включно, величина рівномірного прокату не повинна перевищувати 7 мм; для пасажирських вагонів поїздів місцевого і приміського сполучення – не більше 8 мм.

При випуску з поточного ремонту пасажирських вагонів, що рухаються зі швидкістю 120-160 км/год, величина рівномірного прокату не повинна перевищувати 3 мм; у пасажирських вагонах поїздів далекого прямування – не більше 6 мм.

При випуску пасажирських вагонів з єдиної технічної ревізії (ТО-3) у колісних парах із приводом редуктора від торця шийки осі відповідно не більше 3 мм.

При прокаті понад допустимий, що вказано вище, профіль коліс відновлюють обточуванням.

Нерівномірний прокат визначається різницею більш допустимих вимірів у перерізах I-I і II-II (максимальний знос) і з кожного боку від цього перерізу на відстані до 500 мм (рис. 5.2).

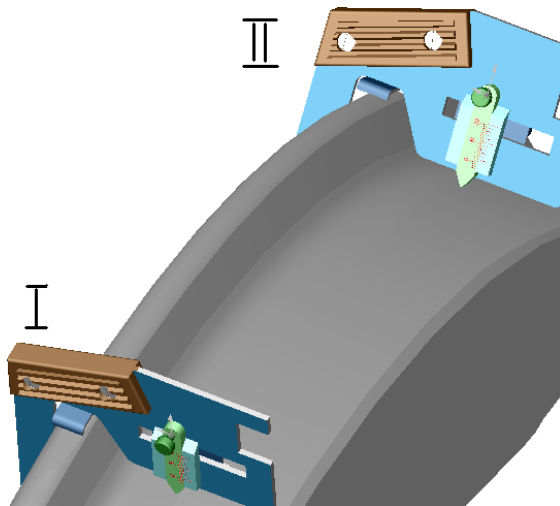


Рис. 5.2. Встановлення нерівномірного прокату коліс

У пунктах формування й обороту в коліс вагонів пасажирських поїздів допускається нерівномірний прокат не більше 2 мм, а в колісних парах із приводом редуктора від торця шийки осі – не більше 1 мм.

При випуску з поточного ремонту з відчепленням від состава поїзда пасажирських вагонів у колісних парах,

що підкочуються під вагон, величина нерівномірного прокату не повинна перевищувати 0,5 мм. У колісних парах, що не викочуються з-під вагона, – відповідно не більше 1 мм, у колісних парах із приводом редуктора від торця шийки осі – не більше 0,5 мм.

При випуску з ТОВ-1 (технічне обслуговування з відчепленням на пунктах підготовки вагонів до перевезень) і ТОВ-2 (технічне обслуговування з відчепленням на ПТОВ) вантажних вагонів величина нерівномірного прокату в колісних парах, що підкочуються під вагон, не повинна перевищувати 1 мм, а в колісних парах, що не викочуються з-під вагона, – 1,5 мм.

Якщо ці умови не дотримуються, колісні пари бракуються.
При нерівномірному прокаті понад допустимий профіль відновлюють обточуванням.

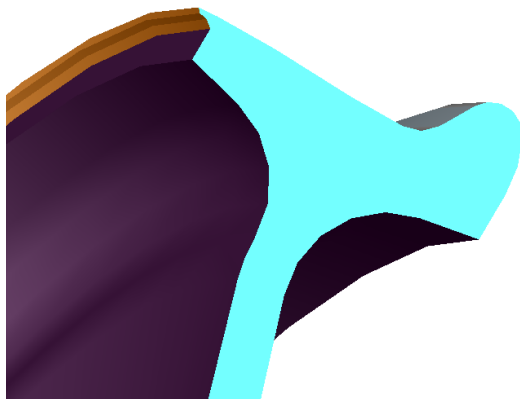


Рис. 5.3. Круговий наплив металу на фаску, що виходить за зовнішню грань обода

Круговий наплив металу на фаску, що виходить за зовнішню грань обода (рис. 5.3) на колесах при випуску вагонів із планових видів ремонту, а вантажних – також із ТОВ-1 та ТОВ-2, не допускається. Круговий наплив усувають відновленням фаски, а за необхідності обточуванням всього профілю.

Кільцеві виробки виглядають як поглиблення на поверхні кочення (рис. 5.4) і виникають від впливу гальмівних колодок.

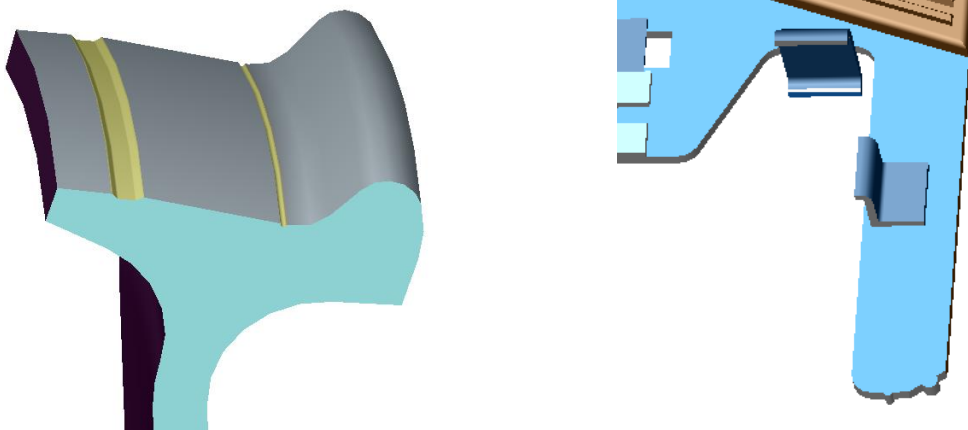


Рис. 5.4. Кільцеві виробки

До експлуатації не допускаються кільцеві виробки біля основи гребеня колеса глибиною понад 1 мм. Відповідно на ухилі 1:7 глибина кільцевих виробок не повинна перевищувати 2 мм, а ширина – 15 мм. На інших ділянках поверхні кочення – понад 1 мм.

При випуску з деповського ремонту й технічного обслуговування з відчепленням дозволяється підкочувати під вантажні вагони колісні пари з кільцевими виробками глибиною до 0,5 мм та шириною до 10 мм.

Кільцеві виробки усуваються обточуванням поверхні кочення.

Тонкий гребінь визначається в тому випадку, якщо товщина гребеня колеса менше від допустимої (рис. 5.5).

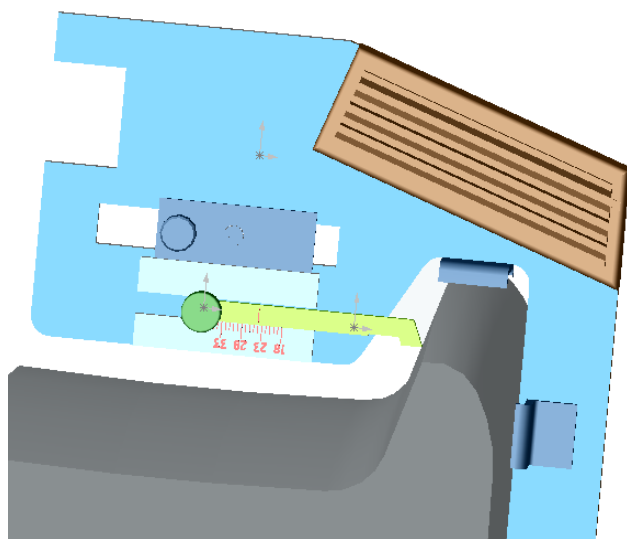


Рис. 5.5. Товщина гребеня менше від допустимої

Мінімальна товщина гребеня у всіх вантажних і пасажирських вагонах, що рухаються зі швидкістю до 120 км/год, – 25 мм. У пасажирських вагонах, що рухаються зі швидкістю 120 – 140 км/год, товщина гребеня повинна бути не менше 30 мм. Для вагонів, що рухаються зі швидкістю 140 – 160 км/год, – не менше 30 мм.

Різниця товщини гребенів на одній колісній парі більше 4 мм не припускається.

При випуску з поточного ремонту (пасажирських вагонів) і технічного обслуговування з відчепленням від состава (вантажних вагонів) товщина гребеня повинна бути: у всіх вагонах, що рухаються зі швидкістю до 120 км/год, – не менше 27 мм; у пасажирських вагонах, що рухаються зі швидкістю 120 – 140 км/год, – не менше 29 мм; те саме для швидкості 140 – 160 км/год – не менше 31 мм.

Якщо товщина гребеня менше від допустимої, колісні пари до експлуатації не допускаються.

Гребінь відновлюється обточуванням профілю коліс або наплавленням з наступним обточуванням.

При **вертикальному підрізі гребеня** (рис. 5.6) до експлуатації колісну пару не допускають, якщо грань шаблона

стикається з підрізаною поверхнею гребеня на висоті 18 мм чи тільки в місці розташування риски на шаблоні, незалежно від фактичної товщини гребеня.

Гребінь відновлюється обточуванням.

Гострокінцевий накат гребеня виглядає як виступ на сполученні підрізаної частини гребеня з вершиною (рис. 5.7).

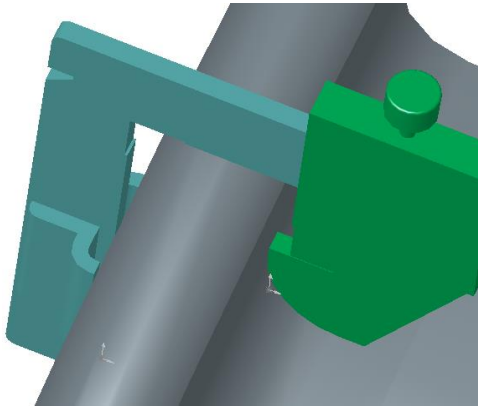


Рис. 5.6. Вертикальний підріз гребеня

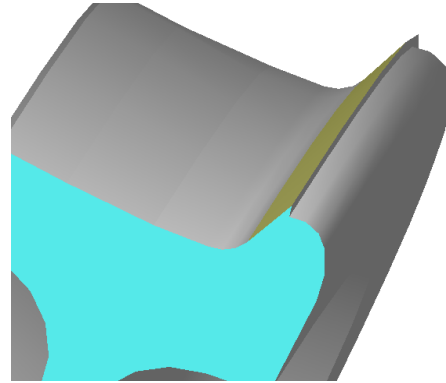


Рис. 5.7. Гострокінцевий накат гребеня

До експлуатації колісну пару не допускають, незалежно від фактичної товщини гребеня.

Гребінь відновлюється обточуванням профілю коліс або наплавленням із подальшим обточуванням.

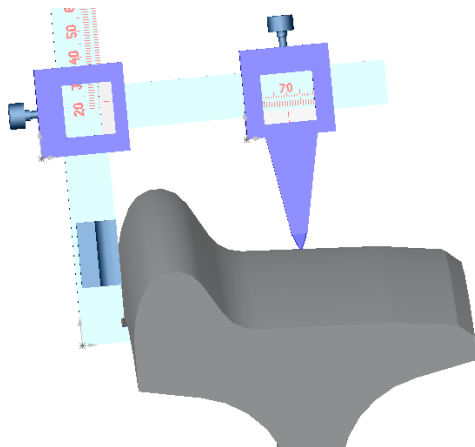


Рис. 5.8. Товщина обода менше від допустимої

Тонкий обід визначається в разі, якщо товщина обода менше від допустимої (рис. 5.8). До експлуатації у вантажних вагонах допускається товщина обода не менше 22 мм. У пасажирських вагонах, що рухаються зі швидкістю до 120 км/год, допустима товщина обода складає не менше 30 мм, а для руху зі швидкістю 120 – 140 км/год – не менше 40 мм. Відповідно для руху пасажирських вагонів те саме зі швидкістю понад 140 – 160 км/год – не менше 40 мм.

При випуску з ТОВ-1 та ТОВ-2 вантажних вагонів товщина обода коліс повинна бути не менше 24 мм. При поточному

ремонті з відчепленням від состава для пасажирських вагонів, що рухаються зі швидкістю до 120 км/год, товщина обода коліс повинна бути не менше 33 мм, а для руху зі швидкістю 120–140 км/год – не менше 42 мм. Відповідно для руху пасажирських вагонів зі швидкістю понад 140–160 км/год – не менше 42 мм.

При товщині ободів менше зазначених колісні пари викочуються з-під вагонів. Якщо за товщиною обода колісну пару можна експлуатувати під вагонами інших типів, то її використовують при підкочуванні. За неможливості подальшого використання колісну пару бракують і розформовують.

Ширина обода або товщина диска коліс менше допустимих величин (рис. 5.9).

До експлуатації не допускаються колеса з шириною обода менше 126 мм або з товщиною диска біля обода менше 17 мм.

Повзун визначається як плоске місце глибиною понад допустиму (рис. 5.10).

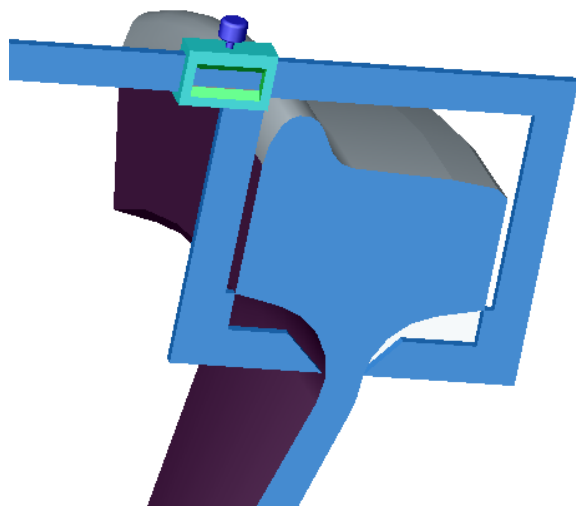


Рис. 5.9. Ширина обода або товщина диска коліс менше допустимих величин

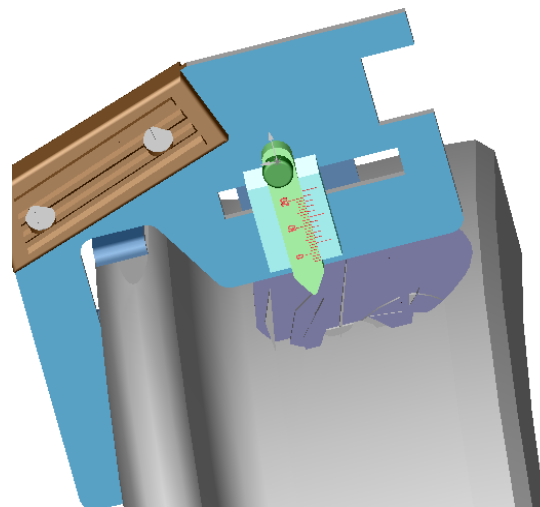


Рис. 5.10. Повзун на поверхні кочення

До експлуатації не допускаються повзуни глибиною понад 1 мм. При виявленні на проміжній станції повзуна глибиною понад 1 мм, але не більше 2 мм, дозволяється довести такий вагон без відчеплення від состава поїзда (пасажирського при русі зі

швидкістю не вище 100 км/год, вантажного – не вище 70 км/год) до найближчого пункту технічного обслуговування (ПТО), що має обладнання для заміни колісних пар.

При випуску з ТОВ-1 та ТОВ-2 дозволяється випускати вантажні вагони з колісними парами, що мають повзун глибиною не більше 0,5 мм. Не дозволяється випускати пасажирські вагони з поточного ремонту з відчепленням від состава з колісними парами, які мають повзун.

Повзуни глибиною понад допустиму усувають обточуванням коліс.

Навар (рис. 5.11) – це зсув на поверхні обода колеса висотою понад допустиму.

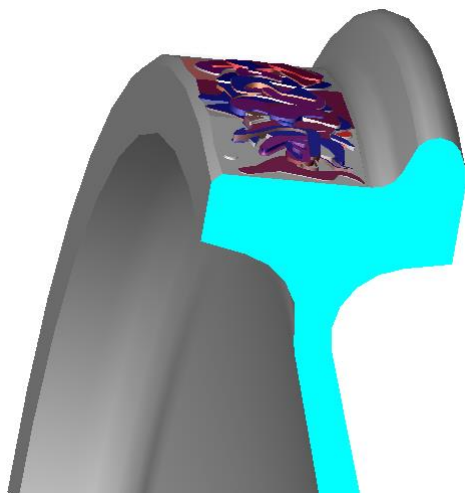


Рис. 5.11. Навар на поверхні кочення коліс

До експлуатації не допускаються навари в колесах пасажирських вагонів висотою понад 0,5 мм, а в колесах вантажних вагонів понад 1 мм.

При випуску з ТОВ-1 та ТОВ-2 дозволяється випускати вантажні вагони з колісними парами, що мають навар висотою не більше 0,5 мм.

Експлуатація пасажирських вагонів з колісними парами, що мають навар, не дозволяється.

Навари усувають обточуванням коліс.

Вищербини по світлих плямах, повзунах, наварах – це ділянки поверхні кочення, які викришилися понад допустимі розміри за наявності в них тріщин або розшарувань, що йдуть углиб металу (рис. 5.12).

До експлуатації допускаються вищербини коліс вантажних і пасажирських вагонів глибиною не більше 10 мм чи довжиною не більше 50 мм (колеса вантажних вагонів) і не більше 25 мм (колеса пасажирських вагонів).

Тріщини вищербин чи розшарувань, що йдуть углиб металу, не допускаються.

Колісні пари з вищербинами глибиною до 1 мм не бракуються, незалежно від їхньої довжини.



Рис. 5.12. Вищербини по світлих плямах, повзунах, наварях

При випуску вантажних вагонів з технічного обслуговування з відчепленням від состава і деповського ремонту дозволяється випускати вагони з вищербинами без тріщин, що йдуть углиб металу, довжиною до 15 мм включно чи глибиною не більше 1 мм. Товщина обода колеса в місці вищербини повинна бути не менше від допустимої.

Метод відновлення працездатності колеса з зазначеними несправностями – обточування поверхні кочення колеса.

Вищербини по тріщинах від втоми являють собою ділянки поверхні кочення, які викришилися понад допустимі розміри за наявності в них тріщин чи розшарувань, що йдуть углиб металу (рис. 5.13).

До експлуатації допускаються вищербини: глибиною не більше 10 мм у колесах вантажних і пасажирських вагонів; довжиною не більше 50 мм у колесах вантажних вагонів; довжиною не більше 25 мм у колесах пасажирських вагонів.

Тріщини у вищербині чи розшаруванні, що йдуть углиб металу, не допускаються.

Колісні пари з вищербинами глибиною до 1 мм не бракуються, незалежно від їхньої довжини.



Рис. 5.13. Вищербини по тріщинах від втоми

Випуск вантажних вагонів з ТОВ-1 та ТОВ-2 і деповського ремонту дозволяється з вищербинами без тріщин, що йдуть углиб металу, довжиною до 15 мм включно і глибиною не більше 1 мм.

Товщина обода колеса в місці вищербини повинна бути не менше від допустимої.

Метод відновлення – обточування поверхні кочення колеса.

Вищербини по сітці термотріщин – це ділянки поверхні кочення, які викришилися понад допустимі розміри за наявності в них тріщин або розшарувань, що йдуть углиб металу (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Вигляд вищербини по сітці термотріщин

До експлуатації допускаються вищербини глибиною не більше 10 мм у колесах вантажних і пасажирських вагонів чи довжиною не більше 50 мм у колесах вантажних вагонів, а в колесах пасажирських вагонів не більше 25 мм.

Тріщини у вищербині чи розшаруванні, що йдуть углиб металу, не допускаються.

Колісні пари з вищербинами глибиною до 1 мм не бракуються, незалежно від їхньої довжини.

При випуску з ТОВ-1 та ТОВ-2 і деповського ремонту дозволяється випускати вантажні вагони з вищербинами без тріщин, що йдуть углиб металу, довжиною до 15 мм включно чи глибиною не більше 1 мм. Товщина обода колеса в місці вищербини повинна бути не менше від допустимої.

Метод відновлення – обточування поверхні кочення колеса.

Місцеве розширення – розчавлювання обода – являє собою місцевий наплив у зоні фаски понад допустимий (рис. 5.15). До експлуатації не допускається місцеве розширення обода колеса понад 5 мм, а при випуску з поточного ремонту з відчепленням від состава пасажирського поїзда колісні пари з будь-яким місцевим розширенням обода замінюють на справні.

Місцеве розширення обода усувають обточуванням, але якщо є тріщини, що йдуть углиб обода, колесо бракують, колісну пару розформовують.

Поверхневий відкол зовнішньої грані обода (рис. 5.16) понад допустимі розміри.

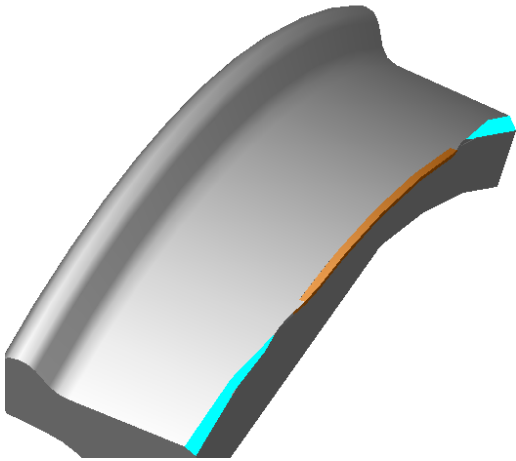


Рис. 5.15. Вигляд місцевого розширення (розчавлювання обода)

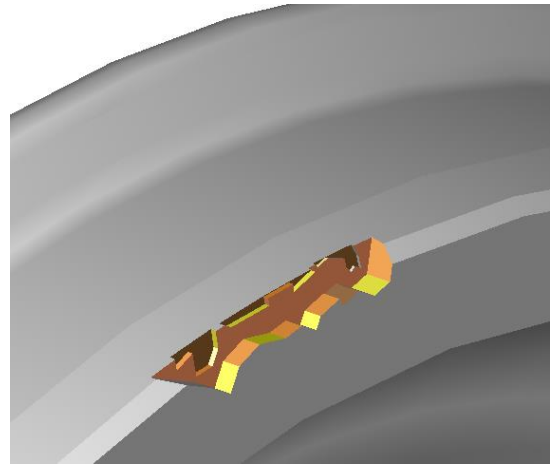


Рис. 5.16. Поверхневий відкол зовнішньої грані обода

До експлуатації не допускаються колеса з відколами глибиною (по радіусу колеса) понад 10 мм; шириною частини обода колеса, що залишилася, у місці відколу менше 120 мм; з тріщиною в пошкодженому місці, незалежно від розмірів відколу, що поширюється вглиб металу.

Якщо дозволяє товщина обода, то несправність усувають обточуванням.

Відколи кругового напливу (рис. 5.17) до експлуатації не допускаються, якщо вони мають глибину (по радіусу колеса) понад 10 мм, або ширина частини обода колеса, що залишилася, у місці відколу менше 120 мм. Також колісна пара бракується,

якщо в пошкодженому місці, незалежно від розмірів відколу, є тріщина, що поширюється вглиб металу.

Якщо дозволяє товщина обода, то несправність усувають обточуванням. Дозволяється також усувати ці несправності обточуванням фаски, якщо в місці відколу нема тріщин, що йдуть углиб обода.

За наявності *подовжніх тріщин* (рис. 5.18) та інших дефектів в ободі колісну пару вилучають з експлуатації.

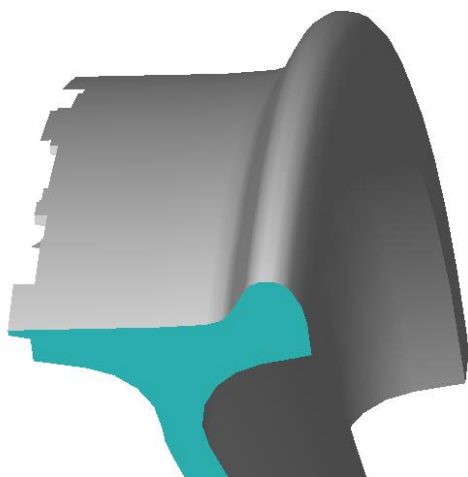


Рис. 5.17. Відкол кругового напливу

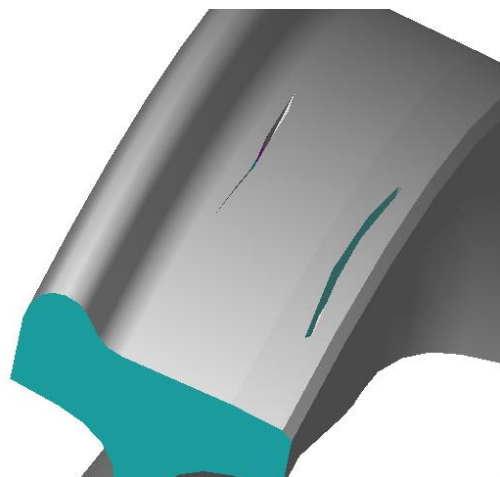


Рис. 5.18. Подовжні тріщини в ободі

Дефекти на поверхні кочення усувають обточуванням.

Дефекти на внутрішній і зовнішній гранях обода усувають вирубіванням з плавним переходом до основної поверхні. Допускаються: глибина порубу на зовнішніх гранях не більше 5 мм; на внутрішніх (за винятком гребеня) не більше 3 мм; загальна довжина порубів не більше 300 мм; кількість порубів в одному перетині не більше трьох. При недотриманні цих норм колісну пару обточують.

За наявності *поперечних поодиноких тріщин* в ободі (рис. 5.19) колесо бракують, а колісну пару розформовують.

Колісну пару за наявності *сітки термічних тріщин в ободі* (рис. 5.20) з експлуатації вилучають. Якщо дозволяє товщина обода, дефект усувають обточуванням.

За наявності *тріщини в диску біля маточини* (рис. 5.21) колесо бракують, колісну пару розформовують. Вона відновленню не підлягає.

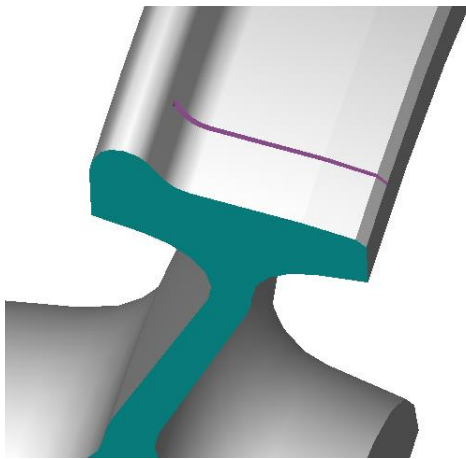


Рис. 5.19. Поперечні поодинокі тріщини в ободі

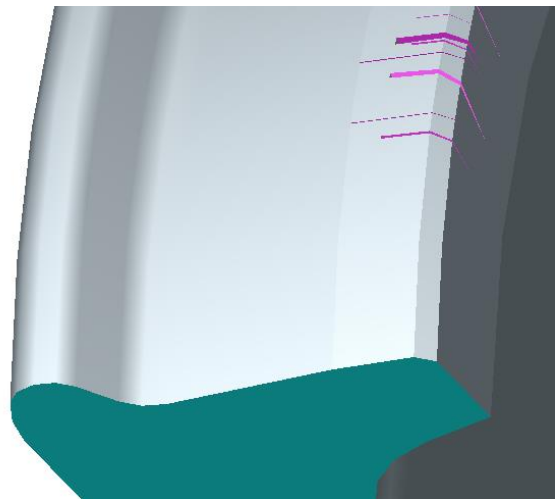


Рис. 5.20. Сітка термічних тріщин в ободі

Те саме за наявності *тріщини в диску біля обода* (рис. 5.22) – колесо бракують, воно відновленню не підлягає.

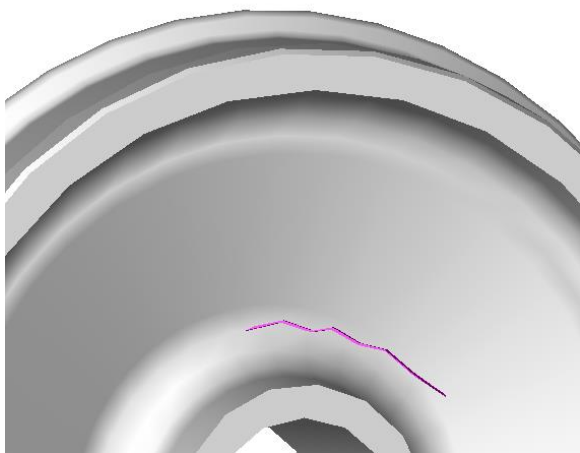


Рис. 5.21. Тріщини в диску біля маточини

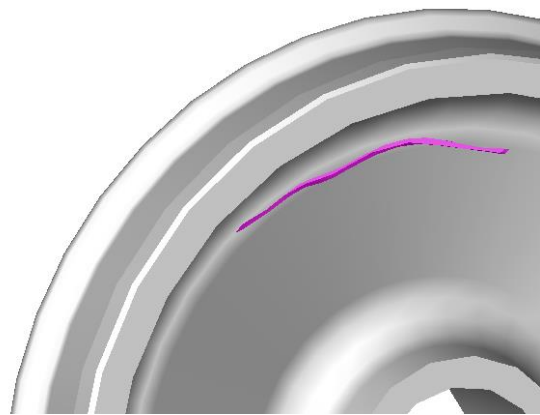


Рис. 5.22. Тріщини в диску біля обода

При виявленні *тріщини в маточині* (рис. 5.23) так само колесо бракують, колісну пару розформовують і колесо відновленню не підлягає.

При *зламі колеса по тріщині біля маточини* (рис. 5.24) колесо бракують, колісну пару розформовують. Колесо відновленню не підлягає.

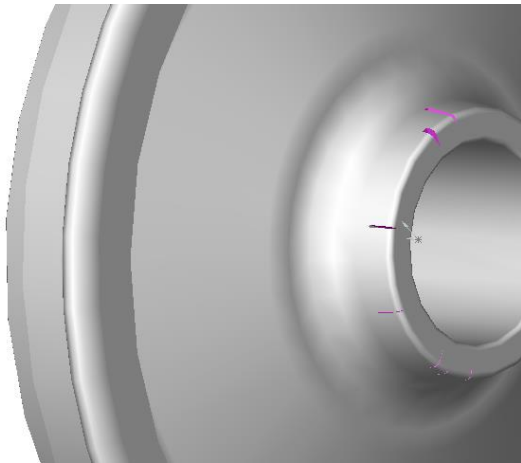


Рис. 5.23. Тріщини в маточині

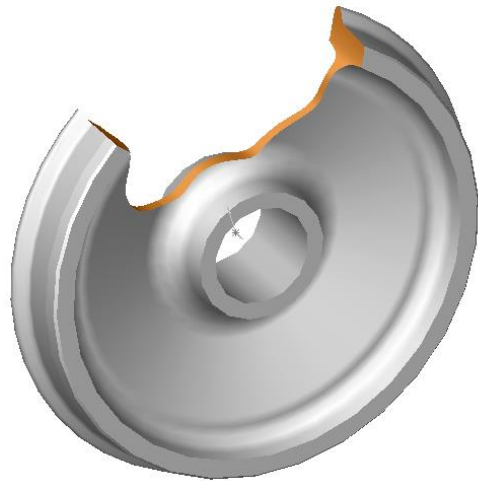


Рис. 5.24. Злам колеса по тріщині біля маточини

У разі *зламу колеса по тріщині в ободі* (рис. 5.25) колесо бракують, колісну пару розформовують. Колесо відновленню не підлягає.



Рис. 5.25. Злам колеса по тріщині в ободі

5.2. Норми бракування і методи відновлення осей

За наявності на шийках осей колісних пар задирок і рисок допускається залишати без усунення невеликі риски (рис. 5.26), розміри і місце розташування яких регламентовані діючими нормативними документами [48, 49, 50, 52].

Задирки і риски на шийках глибиною не більше 0,2 мм і передпідматочинних частинах осі не більше 2,0 мм треба усувати зачищенням шліфувальною шкуркою з зернистістю не більше 6 мкм з мінеральною оливою, за ГОСТ 5009.

У разі перевищення допустимих розмірів вісь бракується.

Задирки й риски на передпідматочинних частинах (рис. 5.27) допускається залишати без усунення під лабіринтним кільцем глибиною до 2 мм. При перевищенні нормативних розмірів рисок їх усувають шліфуванням.

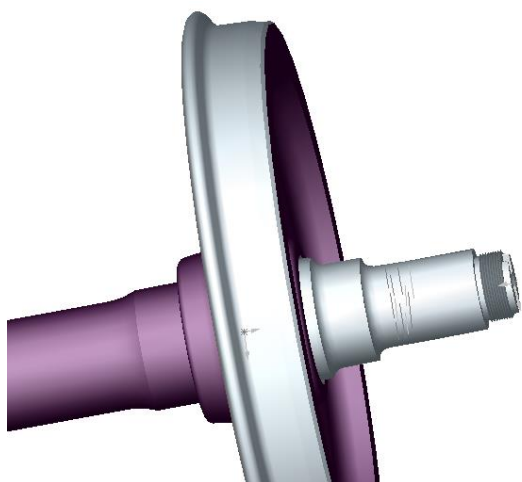


Рис. 5.26. Риски на шийці осі колісної пари

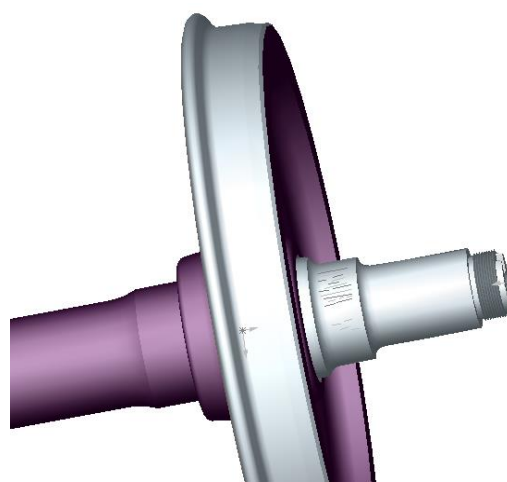


Рис. 5.27. Задирки й риски на передпідматочинних частинах осі

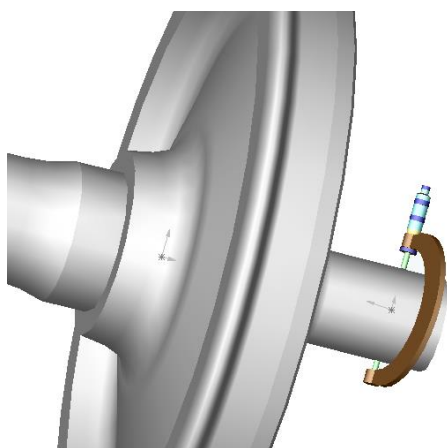


Рис. 5.28. Конусність шийки та передпідматочинної частини осі

Допустима конусність (рис. 5.28) **шийок** не повинна перевищувати 0,02 мм, для передпідматочинних частин 0,05 мм. Конусність більше допустимої усувають шліфуванням шкуркою з зернистістю не більше 6 мкм з мінеральною оливою.

Допустима овальність шийки або передпідматочинної частини шийок осі (рис. 5.29) не повинна перевищувати 0,02 мм.

Овальність більше допустимої усувають обточуванням або шліфуванням шкуркою.

Протертість на середній частині осі – це поглиблення від тертя деталями гальмівної важільної передачі понад допустиму величину (рис. 5.30).

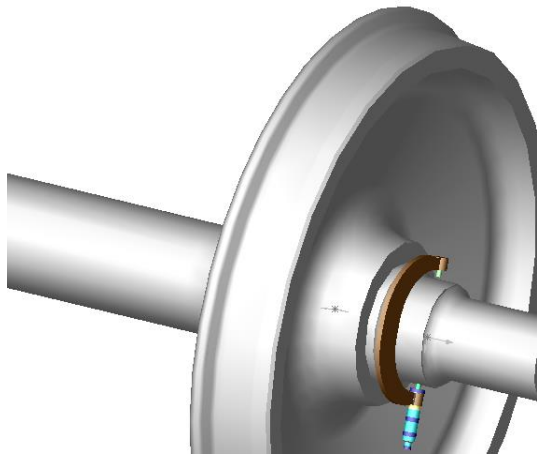


Рис. 5.29. Овальність передпідматочинної частини осі

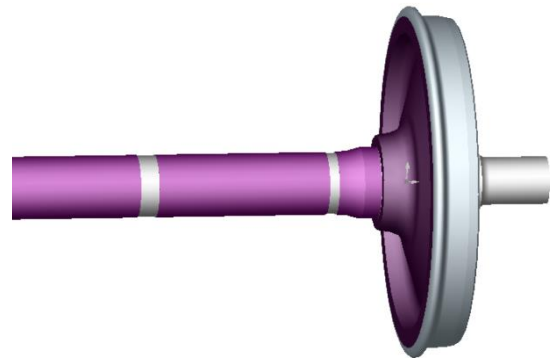


Рис. 5.30. Протертість на середній частині осі

До експлуатації колісну пару не допускають, якщо глибина протертості на середній частині осі перевищує 2,5 мм (5 мм по діаметру).

Протертість понад зазначену норму усувають обточуванням з плавним переходом до неспрацьованих місць за умови, якщо діаметр осі в протертому місці буде не менше від допустимого.

При невиконанні цієї умови вісь бракують, колісну пару розформовують.

Маломірність осі за діаметром шийки визначається найменшим допустимим діаметром шийки осі (рис. 5.31).

Зменшення діаметра передпідматочинної частини осі менше 164 мм вважається **маломірністю осі за діаметром передпідматочинної частини** (рис. 5.32).

Маломірність осі за діаметром підматочинної частини (рис. 5.33), як і в попередньому випадку, визначається її найменшим допустимим діаметром.

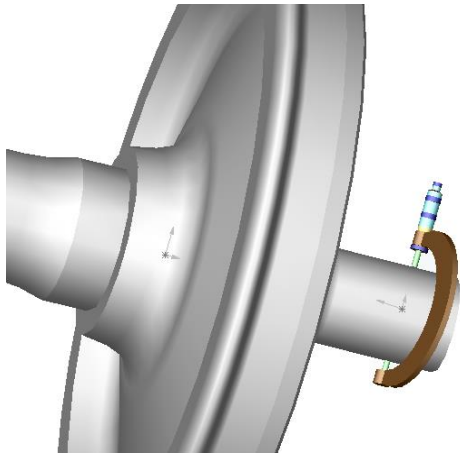


Рис. 5.31. Вимірювання діаметра шийки осі

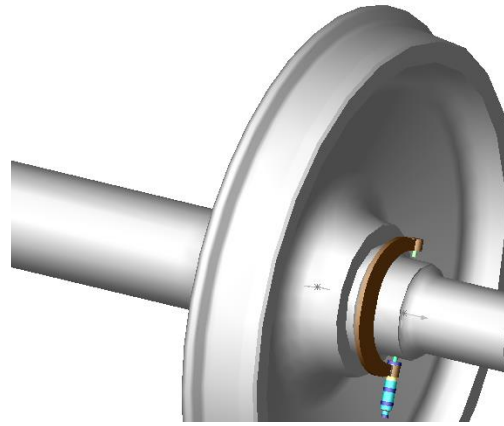


Рис. 5.32. Вимірювання діаметра передпідматочинної частини осі

Маломірність осі за діаметром середньої частини (рис. 5.34) теж визначається її найменшим допустимим діаметром.

Граничні розміри шийок, передпідматочинних, маточинних і середніх частин осей для колісних пар вантажних і пасажирських вагонів наведено в табл. Д.1.2 і Д.1.3.

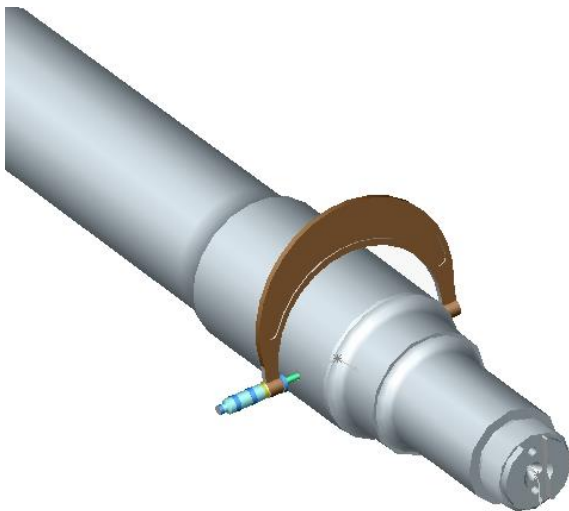


Рис. 5.33. Вимірювання діаметра підматочинної частини осі

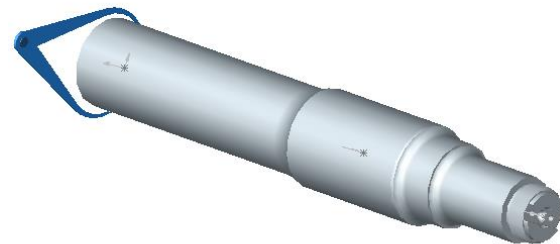


Рис. 5.34. Вимірювання діаметра середньої частини осі

За наявності **тріщин на циліндричних поверхнях шийок осі** (рис. 5.35), **на циліндричних частинах передпідматочинних**

частин осі (рис. 5.36), у галтелях шийок (рис. 5.37) або в галтелях передпідматочинних частин осі (рис. 5.38) вісь бракують, колісну пару розформовують.

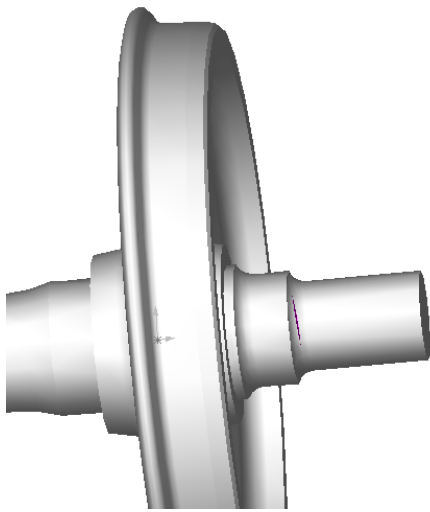


Рисунок 5.35. Тріщини на циліндричних поверхнях шийок осі

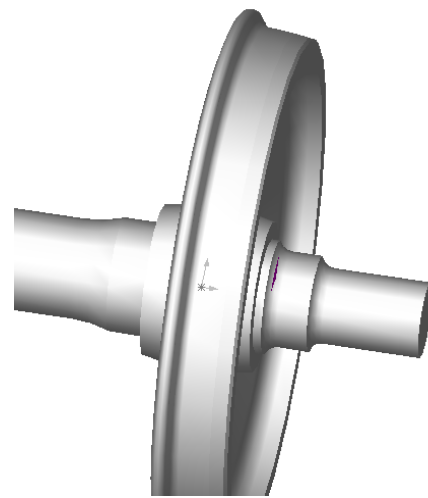


Рис. 5.36. Тріщини на циліндричних частинах передпідматочинних частин осі

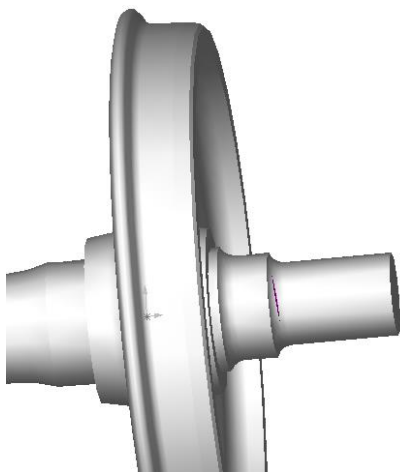


Рис. 5.37. Тріщини в галтелях шийок осі

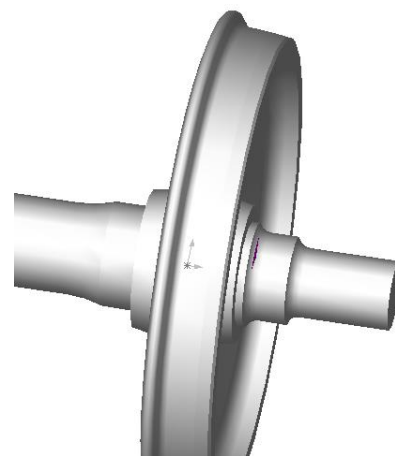


Рис. 5.38. Тріщини в галтелях передпідматочинних частин осі

За наявності *тріщини в підматочинній частині* (рис. 5.39) вісь бракують, колісну пару розформовують. Аналогічно при виявленні *тріщини на середній частині осі* (рис. 5.40) вісь бракують, колісну пару розформовують.

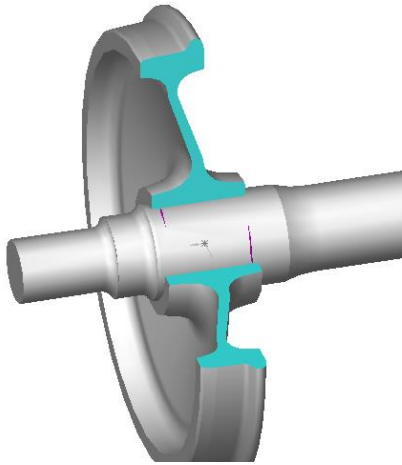


Рис. 5.39. Тріщини в підматочинній частині осі

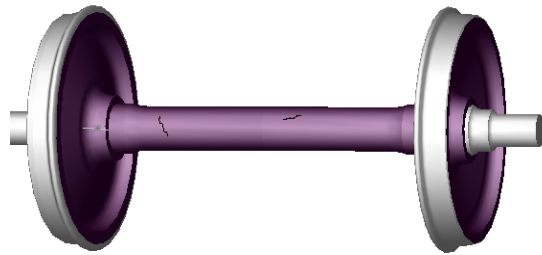


Рис. 5.40. Тріщини в середній частині осі

При зламі шийки від перегріву (рис. 5.41) або внаслідок розвитку тріщини у шийці (рис. 5.42) вісь бракують, колісну пару розформовують.

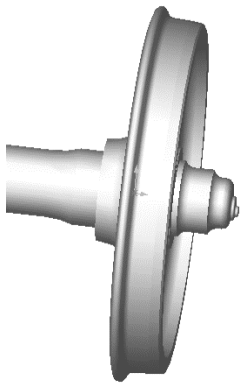


Рис. 5.41. Злам шийки від перегріву

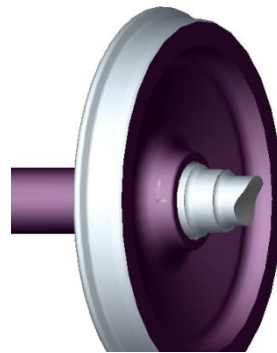


Рис. 5.42. Злам осі внаслідок розвитку тріщини у шийці

При зламі осі внаслідок *розвитку тріщини в передпідматочинній частині* (рис. 5.43), *розвитку тріщини в підматочинній частині* (рис. 5.44) або *розвитку тріщини в середній частині* (рис. 5.45) вісь бракують, колісну пару розформовують.



Рис. 5.43. Злам осі внаслідок розвитку тріщини в передпідматочинній частині



Рис. 5.44. Злам осі внаслідок розвитку тріщини в маточинній частині

Кольори мінливості на шийці осі, які є наслідком її перегріву (рис. 5.46), усувають шліфуванням шкуркою.

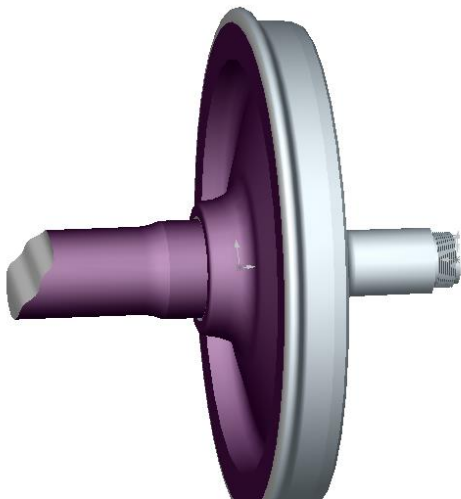


Рис. 5.45. Злам осі внаслідок розвитку тріщини в середній частині

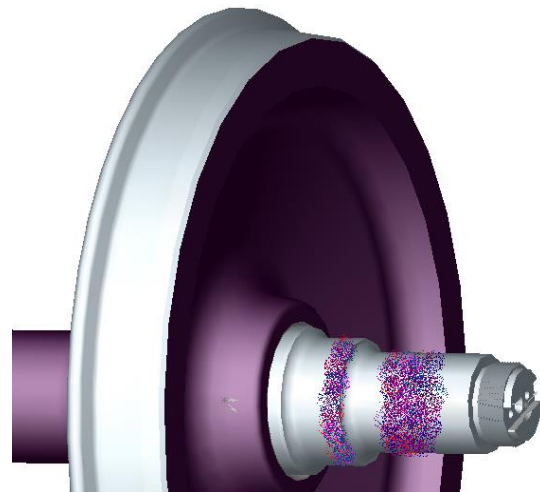


Рис. 5.46. Кольори мінливості на шийці осі

При виявленні **зварювальних опіків на осі** внаслідок торкання електродом або оголеним дротом (рис. 5.47) вісь бракують, колісну пару розформовують.

Наклеп (намини) на шийці осі (рис. 5.48) від втулки або кільця роликового підшипника глибиною не більше 1,5 мм і площиною не більше 50,0 мм² на відстані не ближче 50,0 мм від торця передпідматочинної частини осі дозволено залишати без

усунення або усувають шліфуванням у межах допустимих розмірів шийки.

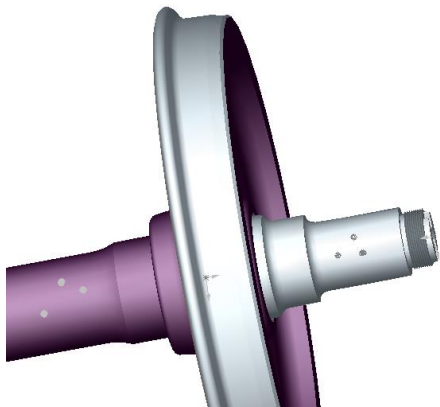


Рис. 5.47. Зварювальні опіки на осі

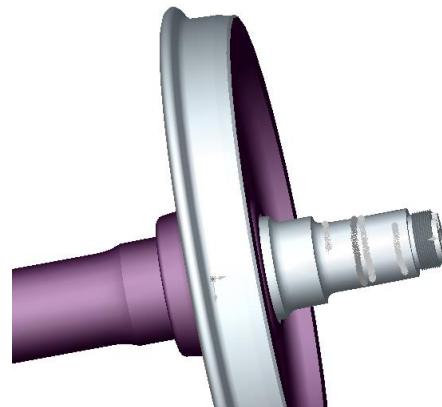


Рис. 5.48. Забоїни і вм'ятини на шийці осі

Виступи треба зачистити на одному рівні з поверхнею за допомогою шліфувальної шкурки з зернистістю не більше 6 мкм з мінеральною оливою в напрямку вздовж шийки осі. У разі наявності забоїн і вм'ятин, які перевищують допустимі значення, вісь бракують.

У середній частині осі *забоїни і вм'ятини* (рис. 5.49) глибиною не більше 2,0 мм дозволено залишати без усунення.



Рис. 5.49. Забоїни і вм'ятини з розмірами понад допустимі

діаметр осі в місці забоїн і вм'ятин після зачищення буде не менше допустимого розміру. У разі невиконання цієї умови вісь бракують.

На передпідматочинних частинах осі забоїни і вм'ятини глибиною не більше 2,0 мм дозволено залишати без усунення.

Забоїни і вм'ятини глибиною більше 2,0 мм, але менше 5,0 мм, дозволено усувати зачищенням вздовж осі наждачним кругом з подальшою доводкою шліфувальною шкуркою з зернистістю не більше 6 мкм з мінеральною оливою за умови, що

Виступи треба зачистити на одному рівні з поверхнею за допомогою шліфувальної шкурки з зернистістю не більше 6 мкм з мінеральною оливою у напрямку вздовж передпідматочинної частини осі. За наявності забоїн і вм'ятин, які перевищують допустимі значення, вісь бракують.

За наявності *зігнутості осі* (рис. 5.50) вісь бракують, колісну пару розформовують і вона відновленню не підлягає.

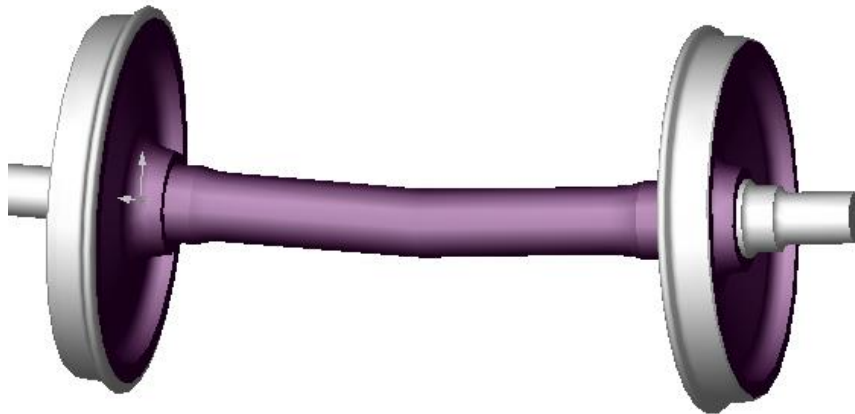


Рис. 5.50. Зігнутість осі

Розробка центрального отвору (рис. 5.51) усувається наплавленням з подальшою механічною обробкою.

Несправності торцевого кріплення роликів підшипників у вигляді пошкодження різьби під торцеву гайку (рис. 5.52) усуваються так: якщо зовнішній діаметр різьби більше від встановленого, то дозволено калібрувати спеціальним інструментом.

Якщо розмір зовнішнього діаметра різьби менше 108,7 мм, а також за наявності інших дефектів, то дозволено усувати наплавленням з подальшим відновленням різьби до номінальних розмірів згідно з технологією, яку затверджено у встановленому порядку.

Несправності торцевого кріплення роликів підшипників у вигляді пошкодження різьби під болти M12 чи M20 (рис. 5.53) дозволено не усувати, якщо пошкоджено не більше трьох ниток різьби.

У разі пошкодження від чотирьох до шести ниток різьби різьбові отвори виправляють мітчиком.

У разі пошкодження більше шести ниток різьбові отвори відновлюють до номінальних розмірів.

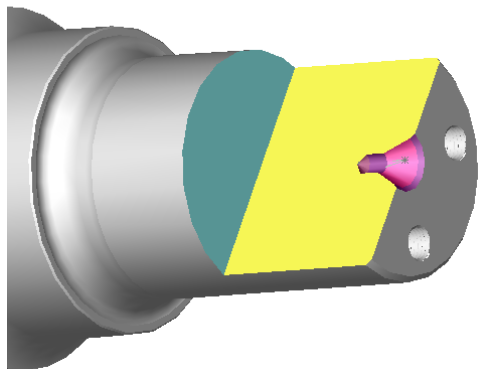


Рис. 5.51. Розробка центрального отвору осі

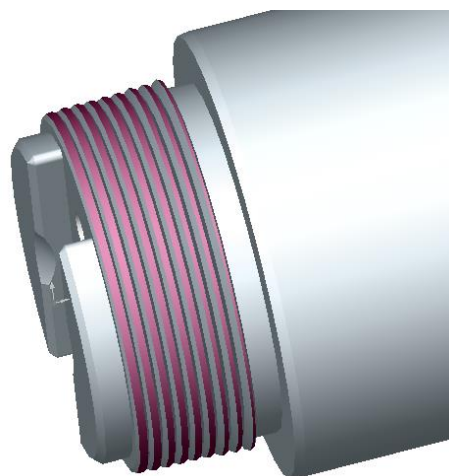


Рис. 5.52. Пошкодження різьби під торцеву гайку

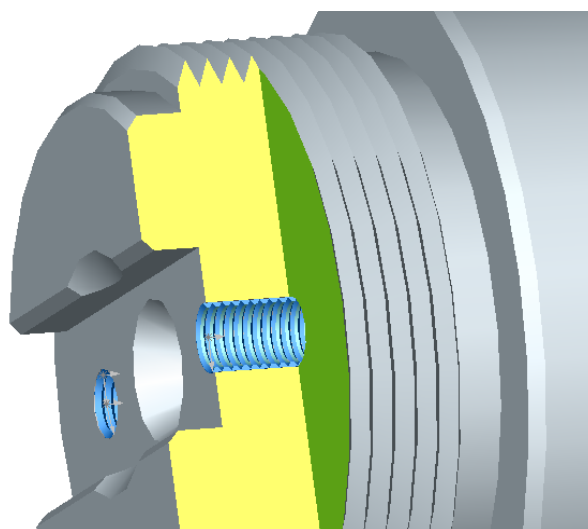
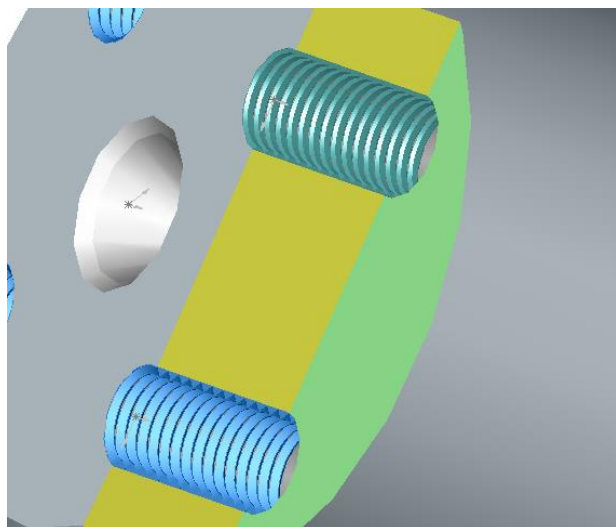


Рис. 5.53. Пошкодження різьби під болти М12 чи М20

Розроблені й пошкоджені отвори для болтів дозволяється заварювати з подальшим розсвердлюванням і нарізанням різьби.

Несправності торцевого кріплення роликів підшипників у вигляді обриву болтів (рис. 5.54) усувають шляхом видалення. За неможливості це зробити вісь бракують.

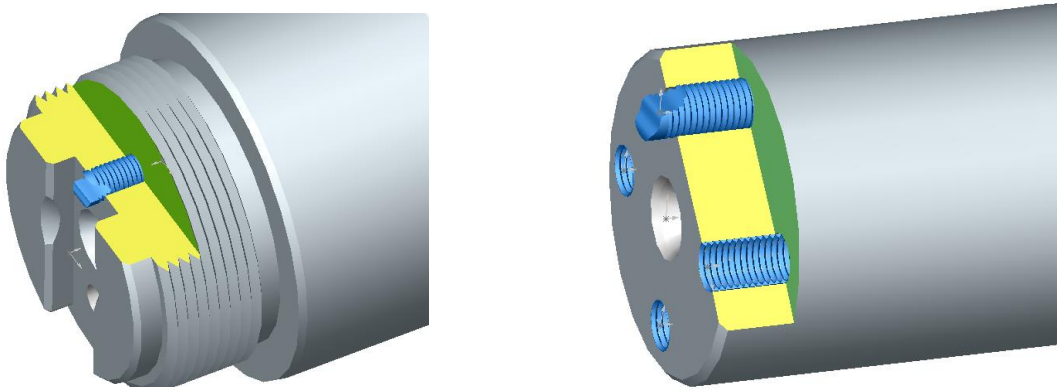


Рис. 5.54. Обрив болта торцевого кріплення підшипників

Сліди корозії, волосовини та інші дефекти в будь-якій частині осі (рис. 5.55), крім зазначених вище, усувають зачищенням шкуркою.

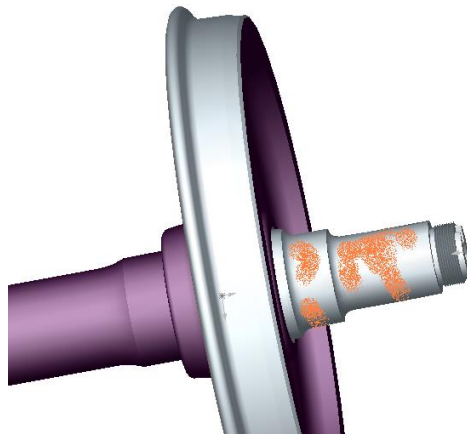


Рис. 5.55. Сліди корозії, волосовин на осі

5.3. Норми бракування і методи відновлення колісних пар

При виявленні в експлуатації зсуву **маточини колеса на осі** (рис. 5.56) колісну пару бракують і розформовують.

При **ознаках послаблення маточини** (рис. 5.57) в експлуатації колісну пару вилучають із експлуатації і перевіряють на зсув коліс на гідравлічному пресі.

При визначенні овальності та ексцентричності коліс по колу кочення (рис. 5.58) допускається різниця відстаней між торцями осі та внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс із одного

та іншого боку колісної пари: із заміною елементів не більше 3 мм, без заміни елементів – не більше 5 мм.



Рис. 5.56. Зсув маточини колеса на осі

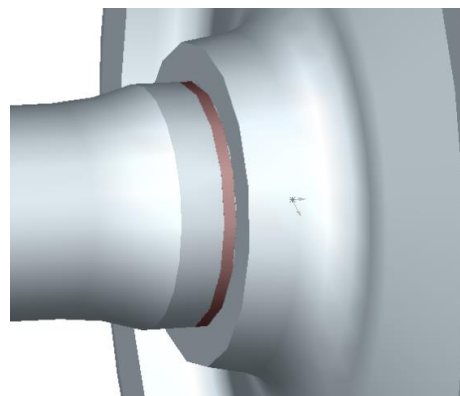


Рис. 5.57. Ознаки послаблення маточини колеса на осі

Допускається також відхилення від концентричності по колу кочення відносно поверхні шийки або підматочинної частини осі: при обточуванні по колу кочення не більше 0,5 мм; без обточування по колу кочення не більше 1 мм.

При великих розмірах дефектів (овальності і ексцентричності коліс) колісні пари обточують.

При *різниці діаметрів коліс понад 1 мм* (рис. 5.59) їх обточують. Якщо колеса не обточувались, дозволяється підкочувати під вагони колісні пари з різницею діаметрів коліс до 1 мм.

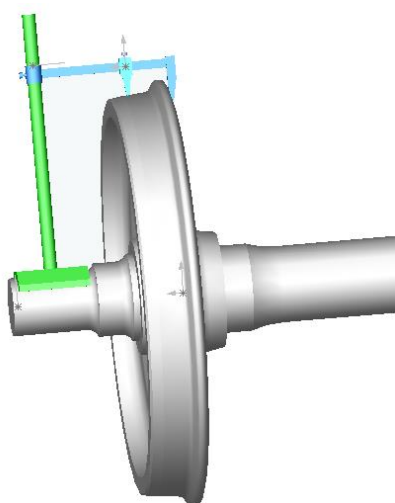


Рис. 5.58. Вимірювання овальності і ексцентричності коліс по колу кочення

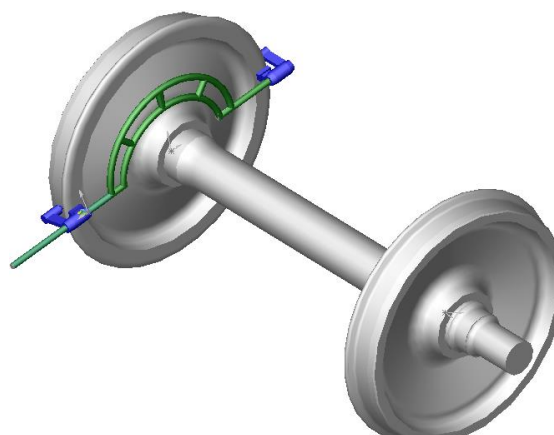


Рис. 5.59. Вимірювання діаметрів коліс по колу кочення

Відстань між внутрішніми гранями коліс (рис. 5.60) допускається в таких межах: при підкочуванні колісних пар під вантажні та пасажирські вагони, що рухаються зі швидкістю до 120 км/год, – 1437-1443 мм; при підкочуванні колісних пар під вагони, які рухаються зі швидкістю 120-160 км/год, – 1439-1443 мм.

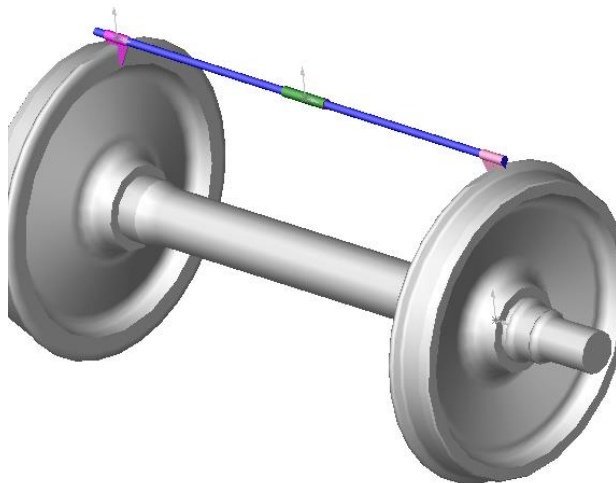


Рис. 5.60. Вимірювання відстані між внутрішніми гранями коліс

При випуску з ремонту відстань між внутрішніми гранями коліс повинна бути в таких межах: при поточному та середньому ремонтах (без заміни елементів) – 1438-1443 мм; при капітальному ремонті (з заміною елементів) – 1438-1442 мм.

При відстані між колесами понад 1443 мм колісні пари переформовують, а при відстані менше мінімально допустимої внутрішні грані коліс обточують.

До експлуатації допускається **різниця відстаней між внутрішніми гранями коліс** колісної пари (рис. 5.61) не більше 2 мм.

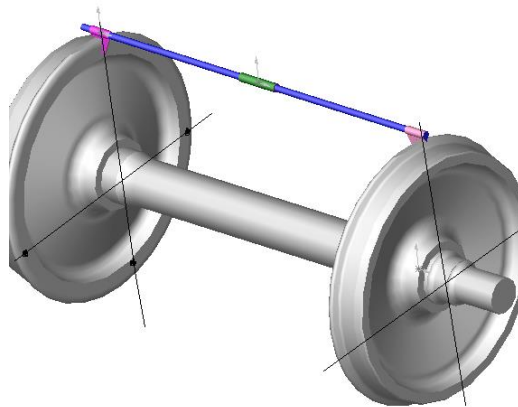


Рис. 5.61. Схема вимірювання різниці відстаней між внутрішніми гранями коліс

Несправність усувають обточуванням внутрішніх граней коліс, якщо в жодному вимірюванні не отримана відстань понад 1443 мм, чи переформуванням колісної пари, якщо хоча б в одному вимірюванні отримана відстань понад 1443 мм. Якщо дозволяє товщина обода, то несправність усувають обточуванням.

5.4. Аналіз причин відчеплень вагонів через дефекти колісних пар

За даними форми ВУ-31 визначають кількість вагонів, яким виконують технічне обслуговування з відчепленням (ТОВ-2) залежно від видів несправностей, і встановлюють причини відчеплень вагонів, у тому числі через дефекти колісних пар.

Аналіз статистичних даних [25] показує, що щорічно через несправності колісних пар вантажних вагонів з урахуванням нагріву букс відчеплення від поїздів складає понад 40 % кількості всіх відчеплень.

Встановлено, що з загальної кількості відчеплень вагонів всіх типів через несправності колісних пар у ТОВ-2 потрапляло через навари – 49,6 %; повзуни – 21,5 %; прокат – 12,3 %; підрізання гребеня – 6,9 %; кільцеві вироби – 2,7 %; вищербини – 1,6 %; інші дефекти – 5,5 %. Таким чином, дефекти коліс гальмівного походження, і особливо навари, що утворюються на поверхні кочення в процесі гальмування та юза, є основною причиною відчеплень вантажних вагонів через несправності колісних пар.

Внаслідок підвищених швидкостей руху умови експлуатації колісних пар пасажирських вагонів порівняно з вантажними характеризуються значними силами динамічної взаємодії між колесом і рейкою, підвищеною частотою прикладання навантажень і більш інтенсивним нагрівом коліс у результаті гальмування. Істотний вплив на збільшення експлуатаційної навантаженості коліс має кількість циклів їх навантаження. Зі збільшенням кількості циклів навантаження з'являється велика ймовірність розвитку втомних тріщин, що ведуть до руйнувань. Кількість циклів визначається як

$$n_{\text{ц}} = \frac{H_{\text{к}} \cdot l_{\text{к}}}{\pi D}, \quad (5.1)$$

де $H_{\text{к}}$ – частина обода колеса, що зношується в експлуатації;
 $l_{\text{к}}$ – нормативний пробіг колеса, що еквівалентний 1 мм пробігу;
 D – діаметр колеса по колу кочення.

Оскільки середня товщина обода нового колеса становить 78 мм, а мінімально допустима в експлуатації – 35 мм для вагонів швидкісних і 30 мм для вагонів нешвидкісних пасажирських поїздів, то робоча частина товщини ободів коліс відповідно буде дорівнювати 43 та 48 мм.

Встановлено, що за термін служби колеса вагона нешвидкісного поїзда 36 % робочої частини товщини обода витрачається на стружку при обточуванні. Загальна частота бракування колісних пар і надходження їх в обточування для швидкісних поїздів в 1,8 разу більше, ніж для нешвидкісних, тому в стружку витрачається металу коліс швидкісних і нешвидкісних поїздів відповідно 27 і 17 мм робочої частини товщини обода, а частини товщини ободів коліс, що зношуються в експлуатації вагонів швидкісних і нешвидкісних поїздів, становлять відповідно 16 і 31 мм.

Дослідженнями встановлено [18, 25], що середні пробіги, еквівалентні 1 мм прокату, складають для коліс вагонів швидкісних і нешвидкісних поїздів відповідно 20,3 тис. та 24,5 тис. км. Виходячи з вищевикладеного кількість циклів навантаження коліс в експлуатації за весь їхній термін служби під вагонами для швидкісних і нешвидкісних поїздів буде дорівнювати відповідно $108,2 \cdot 10^6$ і $253,2 \cdot 10^6$. Як видно з наведених даних, кількість циклів навантаження коліс швидкісних поїздів у 2,4 разу менше, ніж нешвидкісних. Це є результатом того, що колеса вагонів швидкісних поїздів мають великий гранично допустимий розмір товщини обода, їх частіше бракують і частіше вони надходять в обточування; середньорічні зноси їх трохи вище, ніж коліс вагонів нешвидкісних поїздів. Таким чином, колеса вагонів нешвидкісних поїздів мають більшу схильність до розвитку втомних тріщин, ніж колеса вагонів

швидкісних поїздів. Однак колеса швидкісних поїздів знаходяться в більш жорстких умовах експлуатації внаслідок високих швидкостей руху.

У процесі експлуатації колісна пара навантажена системою статичних і динамічних сил. Для пасажирських вагонів норма статичного навантаження на рейки від колісної пари складає 176,4 кН (18 тс), що значно менше, ніж для вантажних вагонів. Незважаючи на це, аналіз умов експлуатації рухомого складу показує, що внаслідок зміни жорсткості колії і збільшення дефектів на колесах і рейках динамічні сили взаємодії між колесом і рейкою зростають. Жорсткість колії на залізобетонних шпалах приблизно у 2 рази вище, ніж на дерев'яних, а взимку вона підвищується ще на стільки ж порівняно з літнім періодом. Спостереженнями встановлено, що колісні пари вагонів, що обертаються в поїздах на ділянках із залізобетонними шпалами, значно частіше бракують за дефектами поверхні кочення коліс, ніж колісні пари вагонів, що обертаються в поїздах на ділянках з дерев'яними шпалами.

В останні роки почастишали випадки утворення нерівномірного прокату коліс, головним чином у колісних парах пасажирських вагонів. Нерівномірний прокат коліс викликає значні перевантаження як елементів колісної пари, так і рейкової колії. При цьому найбільші сили і прискорення букси виникають при швидкостях руху більше 120 км/год, при яких вплив інших видів дефектів поверхонь кочення коліс позначається меншою мірою. Тому нерівномірний прокат слід вважати найбільш небезпечним видом дефекту коліс для пасажирських вагонів, що обертаються зі швидкостями 120 км/год і вище, особливо на ділянках з підвищеною жорсткістю колії.

Дослідженнями встановлено, що механічні властивості металу по колу кочення коліс практично знаходяться на одному рівні і не можуть бути причинами утворення нерівномірного прокату. Основними чинниками, що сприяють розвитку на колесах цього дефекту, є підвищені швидкості руху, велика жорсткість колії і утворення на поверхні кочення коліс дефектів гальмівного походження. Ці дефекти є першопричиною нерівномірного зносу поверхні кочення коліс по круговому периметру.

Збільшенню кількості дефектів гальмівного походження сприяло застосування композиційних гальмівних колодок замість чавунних. На відміну від чавунних, композиційні колодки мають більш високий коефіцієнт тертя (0,24-0,30 замість 0,12-0,15 у чавунних). Крім того, внаслідок низької теплопровідності матеріалу композиційної колодки змінюються коефіцієнти поділу теплового потоку, що генерується в зоні контакту при терті гальмівної колодки і колеса. Так, за даними досліджень, при чавунних колодках 70 % тепла йде на нагрів колеса, 30 % – на нагрів колодки, а при композиційних – відповідно 95 і 5 %. Все це призводить до значного збільшення теплових навантажень на колесо і підвищення температури нагріву поверхні кочення колеса, яка при гальмуванні композиційними колодками приблизно у 2 рази вище, ніж чавунними.

У колісних парах пасажирських вагонів підвищений нагрів коліс порівняно з колесами вантажних вагонів відбувається не тільки внаслідок великих швидкостей руху, але і від застосування двостороннього гальмування, при якому відведення тепла з поверхні обода за наявності композиційних колодок більш ускладнений. При значному нагріві змінюються механічні властивості матеріалу обода коліс. Наприклад, межа міцності сталі з вмістом вуглецю 0,42-0,50 % при нагріві до температури 550 °C падає і складає близько 50 % його значення при температурі 20 °C. Відомо, що метал при нагріві колеса до температури вище 500 °C знаходиться в пластичному стані, а при нагріві до більш низьких температур – у пружному. У результаті цього поверхня кочення коліс, що має підвищені температури нагріву і низькі механічні властивості, схильна до більш інтенсивного утворення дефектів.

Великий вплив на появу дефектів на поверхні кочення колеса має також напружений стан його в результаті теплових навантажень. При гальмуваннях на поверхні кочення виникають тангенціальні напруження стискання з високими градієнтами напружень у нагрітих шарах. Значення напружень стискання можуть значно перевищувати межу плинності матеріалу. Радіальні напруження при цьому невеликі. Чергування гальмівних натискань на колодку і відпуску гальм в умовах експлуатації викликає циклічні теплові навантаження, які

створюють знакозмінні деформації, у результаті чого на поверхні кочення виникають термоутомні руйнування матеріалу у вигляді тріщин з подальшим викришуванням і перетворенням їх у вищербини.

Висока температура нагріву поверхні кочення при гальмуванні також впливає на міцність коліс, особливо в зоні переходу обода до диска. Зі зменшенням товщини обода температура в зоні обода і диска значно збільшується, що слід враховувати при оцінюванні термонапруженого стану коліс в умовах експлуатації. Як показали дослідження, радіальні напруження в диску з внутрішнього боку колеса в зоні переходу до обода зростають зі зменшенням товщини диска. Найбільший вплив зміни товщини диска на міцність спостерігається при одночасній дії вертикального і бокового навантажень, прикладених до зовнішнього боку обода. Зменшення товщини диска обода на 1 мм викликає збільшення напружень приблизно на 5 МПа (50 кгс/см²). Збільшення товщини диска колеса в зоні переходу до обода з 15 до 17 мм призводить до зниження напружень приблизно на 20 %.

Контрольні питання

1. У яких межах повинна знаходитися відстань між внутрішніми гранями коліс при ремонті без заміни елементів?
2. У яких межах повинна знаходитися відстань між внутрішніми гранями коліс при ремонті з заміною елементів?
3. Якою є межа граничного рівномірного прокату у вантажних вагонах?
4. Якою є межа граничного рівномірного прокату в пасажирських вагонах, що рухаються в поїздах зі швидкістю 120 – 160 км/год?
5. Як відновлюється профіль коліс при прокаті понад допустимий?
6. Чому дорівнює величина нерівномірного прокату коліс у колесах пасажирських поїздів у пунктах формування й обороту, що допускається?

7. Якою є мінімальна товщина гребеня у всіх вантажних вагонах?

8. Якою є мінімальна товщина гребеня в пасажирських вагонах, що рухаються зі швидкістю до 120 км/год?

9. Якою є мінімальна товщина гребеня в пасажирських вагонах, що рухаються зі швидкістю 120 – 140 км/год?

10. Якою є мінімальна товщина обода у всіх вантажних вагонах?

11. Якою є мінімальна товщина обода в пасажирських вагонах, що рухаються зі швидкістю до 120 км/год?

12. Якою є максимальна глибина повзуна, при якій дозволяється експлуатація колісної пари?

13. Які дії обслуговуючого персоналу при виявленні на проміжній станції повзуна глибиною понад 1 мм, але не більше 2 мм?

14. Якою є максимальна висота навару, при якій дозволяється експлуатація колісної пари вантажного вагона?

15. Якою є максимальна висота навару, при якій дозволяється експлуатація колісної пари пасажирського вагона?

16. Якою є максимальна глибина вищербини, при якій дозволяється експлуатація колісної пари?

17. Якою є максимальна довжина вищербини, при якій дозволяється експлуатація колісної пари вантажного вагона?

18. Якою є максимальна довжина вищербини, при якій дозволяється експлуатація колісної пари пасажирського вагона?

19. Якою є максимальна глибина поверхневого відколу зовнішньої грані обода?

6. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ

6.1. Загальна характеристика технічного обслуговування колісних пар вагонів

Для кращого розуміння характеристик існуючих видів технічного обслуговування колісних пар вагонів необхідно з'ясувати визначення відповідних термінів у Державних стандартах та іншій нормативно-технічній документації.

Загально відомо [38], що комплекс операцій або операція з підтримки працездатності або справності виробу при використанні за призначенням, очікуванні, зберіганні і транспортуванні називається технічним обслуговуванням.

Крім того, різновидом технічного обслуговування є «непланове технічне обслуговування» – це технічне обслуговування, постановка виробу в яке відбувається без попереднього призначення за технічним станом.

Для забезпечення безпеки руху на мережі залізниць відповідно до ПТЕ прийнята така система технічного обслуговування для перевірки технічного стану й своєчасного вилучення з експлуатації, а також для контролю якості колісних пар відремонтованих і тих, які підкочуються під вагони, що складається з ряду заходів:

- технічний контроль – перевірка відповідності колісної пари встановленим технічним вимогам;
- технічне діагностування – визначення технічного стану колісної пари;
- технічний огляд – контроль, здійснюваний в основному за допомогою органів чуття і в разі потреби засобів контролю, номенклатура яких встановлена відповідною документацією;
- контроль візуальний – органолептичний контроль, здійснюваний органами зору.

Колісні пари під вагонами обслуговують на залізничних технічних станціях оглядачі вагонів на ходу (органолептичний контроль) у момент прибуття, після зупинки й перед відправленням поїзда та засобами автоматизованого контролю – на ходу поїзда. Під час виконання технічного обслуговування

вагонів (поточний ремонт пасажирських вагонів) з відчепленням від состава технічне обслуговування колісних пар виконується майстрами або бригадами.

Технічне обслуговування колісних пар під вантажними вагонами виконується у відповідності з вимогами Інструкції оглядача вагонів [42]:

- на станціях формування і розформування поїздів працівниками ПТО вагонів з ходу у момент прибуття, після прибуття і перед відправленням;
- на станціях, де графіком руху поїздів передбачена стоянка для технічного обслуговування вагонів;
- у пунктах підготовки вагонів до перевезень і перед постановкою в поїзди;
- після катастроф, аварій поїздів, зіткнень рухомого складу, сходу з рейок вагонів – у вагонах, які не пошкоджені;
- при технічному обслуговуванні з відчепленням вантажних вагонів.

Технічне обслуговування колісних пар під пасажирськими вагонами виконується у відповідності з вимогами Інструкції оглядача вагонів [42]:

- на станціях формування і обороту пасажирських поїздів, а також на базах відстою пасажирських вагонів;
- на станціях, де графіком руху поїздів передбачена стоянка для технічного огляду вагонів;
- після катастроф, аварій поїздів, сходу рухомого складу;
- при поточному ремонті з відчепленням (ПР), технічному обслуговуванні ТО-1, ТО-2 і ТО-3 (ЄТР) пасажирських вагонів.

При технічному обслуговуванні колісних пар під вагонами виконують:

- технічний контроль колісних пар і їхніх елементів;
- перевірку відповідності розмірів і зносу елементів колісних пар встановленим нормам;
- перевірку наявності бирок, за їх відсутності колісній парі потрібно проведення середнього ремонту.

При єдиній технічній ревізії пасажирських вагонів (регламентоване технічне обслуговування) технічний огляд колісних пар проводиться на викочених візках незалежно від типу привода.

Викочують і подають на відповідні виробничі дільниці для технічного огляду колісні пари:

- вагонів поїздів, що прямують зі швидкостями руху 140 км/год та вище;
- з редуктором від середньої частини та від торця осі;
- з приводом ТРК, ТК з кріпленням ведучого шківів спеціальною сегментною гайкою М110. Спеціальні гайки з перемичками використовувати забороняється.

6.2. Вимоги, що висуваються до колісних пар в експлуатації

Відповідно до ПТЕ [44] *забороняється* випускати в експлуатацію і допускати до прямування в поїздах вагони з незаміненими колісними парами після сходів і при таких зносах і пошкодженнях колісних пар, які порушують нормальну взаємодію колії та рухомого складу:

а) тріщина в будь-якій частині осі колісної пари чи тріщина в гребені, ободі, диску та маточині колеса;

б) наявність гострокінцевого накату на ділянці сполучення підрізаної частини гребеня колісної пари з його вершиною на відстані 2 мм від вершини (рис. 6.1).

Шаблон (рис. 6.1, б) застосовують при прокаті не більше 3 мм, для всіх допустимих величин прокату треба застосовувати засоби вимірювальної техніки, затверджені ПАТ «Укрзалізниця»;

в) при швидкостях руху від 120 до 140 км/год:

1) прокат по поверхні кочення більше 5 мм у пасажирських вагонах;

2) товщина гребеня більше 33 мм і менше 30 мм при вимірюванні на відстані 18 мм від вершини гребеня;

г) при швидкостях руху до 120 км/год:

1) прокат по поверхні кочення:

- у пасажирських вагонах і поїздах далекого сполучення більше 7 мм;

- у пасажирських вагонах, у поїздах місцевого та приміського сполучення більше 8 мм;

- у вагонах рефрижераторного парку і вантажних вагонах більше 9 мм;

2) товщина гребеня більше 33 мм чи менше 25 мм – при вимірюванні на відстані 18 мм від вершини гребеня.

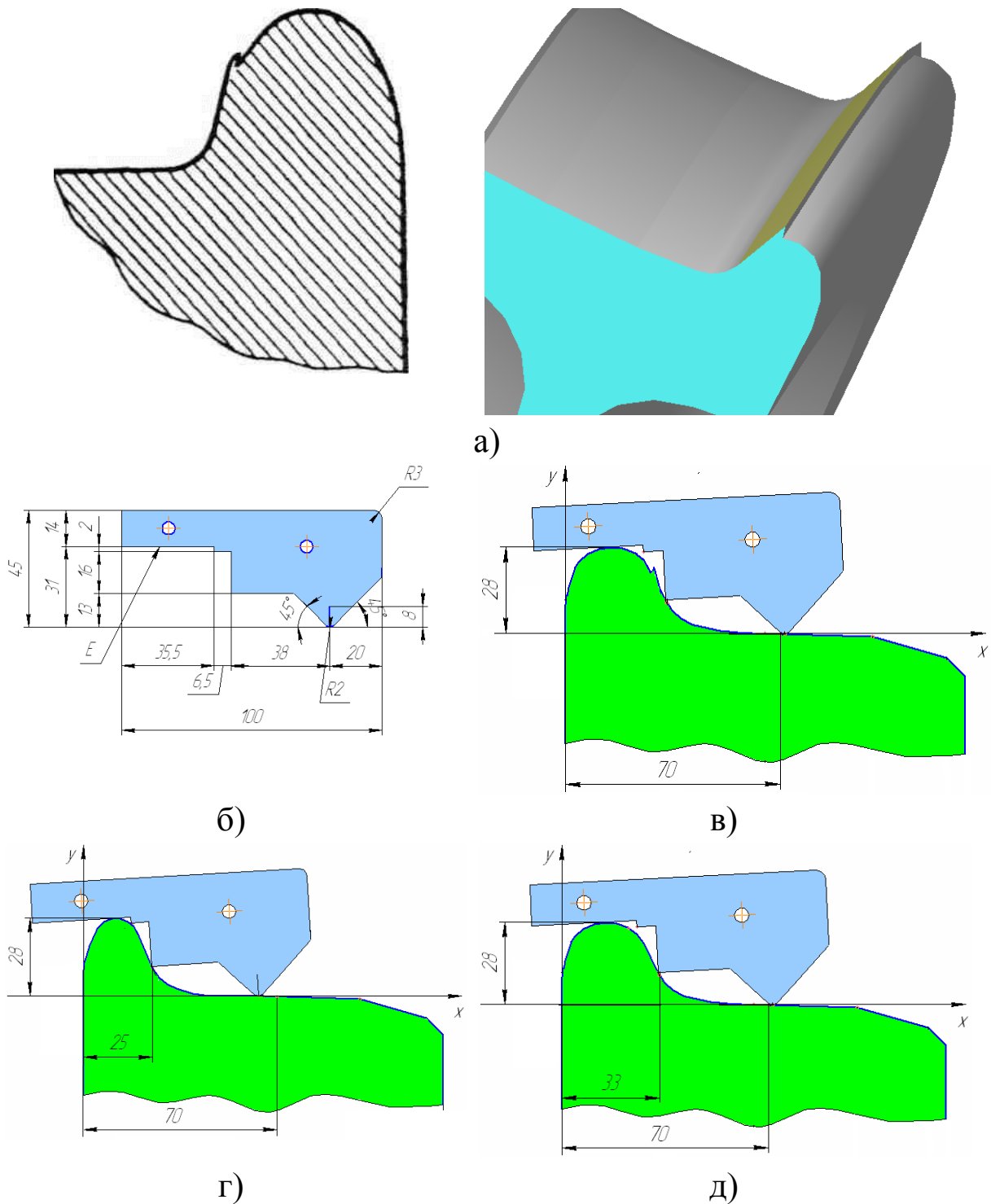


Рис. 6.1. Гострокінцевий накат гребеня і його вимірювання:
 а – гострокінцевий накат гребеня; б – шаблон; в – колісна пара непридатна;
 г – колісна пара непридатна;
 д – колісна пара придатна

У колісних парах із приводом редуктора від торця шийки осі у вагонах, що обертаються зі швидкістю від 120 до 140 км/год, рівномірний прокат допускається не більше 4 мм.

У пунктах формування та обороту поїздів, а також на ПТО проміжних станцій, де є засоби для заміни колісних пар, колісні пари з нерівномірним прокатом більше 2 мм, а колісні пари з редуктором від торця шийки осі і шківками ТРКП, ТК-2 більше 1,0 мм повинні бути викочені для їх заміни.

Нерівномірний прокат перевіряють шляхом вимірювання його в перерізі з максимальним зносом і з кожного боку від цього перерізу на відстані до 500 мм;

д) вертикальний підріз гребеня висотою більше 18 мм, який вимірюється спеціальним шаблоном;

е) повзун (вибоїна) більше 1 мм на поверхні кочення коліс.

При виявленні на шляху прямування вагона повзуна (вибоїни) глибиною більше 1 мм, але не більше 2 мм, дозволяється довести такий вагон без відчеплення від поїзда до найближчого ПТО, що має засоби для заміни колісних пар: пасажирський – зі швидкістю не вище 100 км/год; вантажний – не вище 70 км/год.

При глибині повзуна від 2 до 6 мм дозволяється прямування поїзда зі швидкістю 15 км/год, від 6 до 12 мм – зі швидкістю 10 км/год та при повзуні більше 12 мм – зі швидкістю 10 км/год, (останнє за умови унеможливлення обертання колісної пари з застосуванням спеціального пристосування, гальмівних башмаків чи ручного гальма) до найближчої станції, де колісна пара повинна бути замінена;

ж) протертість середньої частини осі глибиною більше 2,5 мм;

и) сліди контакту з електродом чи електрозварювальним дротом у будь-якій частині осі;

к) зміщення чи ослаблення маточини колеса на підматочинній частині осі (рис. 6.2).

Ознакою ослаблення маточини колеса на осі є виділення з-під маточини іржі чи оливи з внутрішнього боку колеса по всьому периметру в місці сполучення. Ознаками зміщення маточини колеса на осі служить смужка іржі чи блискуча смужка на поверхні металу з внутрішнього боку маточини (при зміщенні колеса назовні) чи зовнішнього боку маточини (при зміщенні колеса усередину);

л) вищербини на поверхні кочення суцільнокатаних коліс вантажних вагонів глибиною більше 10 мм і довжиною більше 50 мм.



Рис. 6.2. Зміщення (а) і ослаблення маточини колеса (б) на підматочинній частині осі

При виявленні на проміжних станціях пасажирських вагонів з вищербинами на поверхні кочення коліс глибиною більше 1 мм, але не більше 2 мм, довжиною більше 25 мм, але не більше 40 мм, дозволяється прямуювання вагонів з таким дефектом до пункту формування або обороту поїзда без обмеження швидкості.

При вищербині довжиною більше 40 мм, але не більше 80 мм, дозволяється довести такий вагон без відчеплення від поїзда із швидкістю не більше 100 км/год до найближчого пункту, де є засоби для заміни колісних пар. Вищербини на колісних парах пасажирських вагонів при швидкості 140 км/год і більше не допускаються. Тріщина у вищербині чи розшарування, що йде вглиб металу, не допускаються. Товщина обода колеса в місці вищербини не повинна бути менше від допустимої. Вищербини глибиною до 1 мм не бракуються, незалежно від їхньої довжини;

м) кільцеві виробітки на поверхні кочення колеса глибиною "а" в основі гребеня (рис. 6.3) більше 1 мм, на ділянці з конусністю 1:3,5 – більше 2 мм або шириною "б" більше 15 мм.

За наявності кільцевих виробітків на інших ділянках поверхні кочення, що мають конусність 1:10, норми бракування їх такі самі, як для кільцевих виробітків, розташованих біля гребеня;

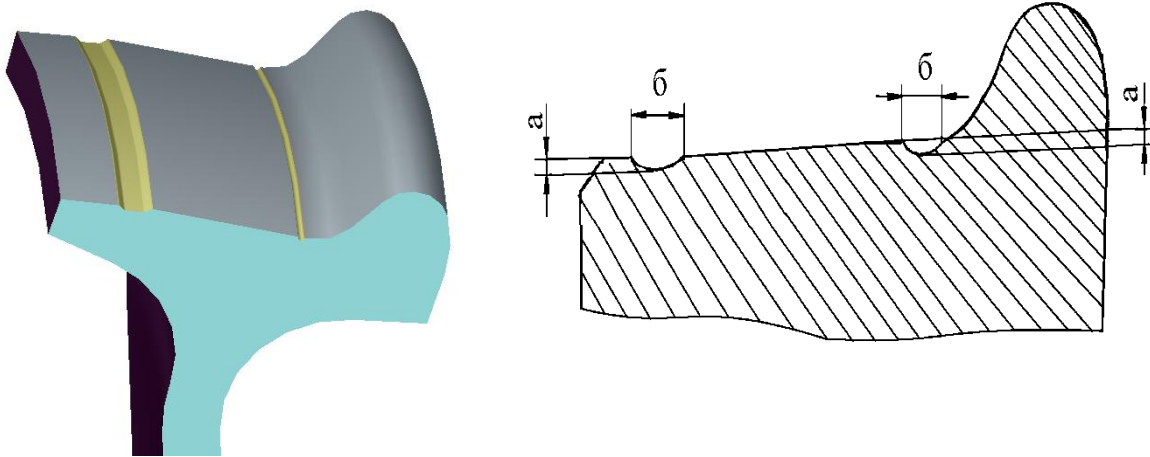


Рис. 6.3. Кільцеві виробітки на поверхні кочення коліс

н) місцеве розширення обода колеса (розчавлювання) більше 5 мм;

п) коловий наплив металу на фаску, що виходить за зовнішню грань обода;

р) поверхневий відкол зовнішньої грані обода колеса відповідно до рис. 6.4, включаючи місцевий відкол колового напливу, глибиною (по радіусу колеса) більше 10 мм, або ширина частини обода, що залишилася, у місці відколу менше 120 мм, або наявність у пошкодженому місці, незалежно від розмірів, відколу, тріщини, що поширюється вглиб металу;

с) пошкодження поверхні кочення колеса (навар), викликане зсувом металу (рис. 6.5) висотою:

- 1) більше 0,5 мм на колісних парах пасажирських вагонів;
- 2) більше 1 мм на колісних парах вантажних вагонів.

При виявленні на проміжній станції вагонів з колісними парами, що мають навар більше зазначених розмірів, дозволяється довести такий вагон без відчеплення від поїзда до найближчого ПТО, що має устаткування для заміни колісних пар:

- 1) пасажирський – зі швидкістю не вище 100 км/год;
- 2) вантажний – не вище 70 км/год;

т) товщина обода колеса по колу кочення:

- менше 22 мм на вантажних вагонах;
- менше 30 мм на пасажирських вагонах;
- менше 40 мм у поїздах, що прямують зі швидкістю від 140 до 160 км/год.

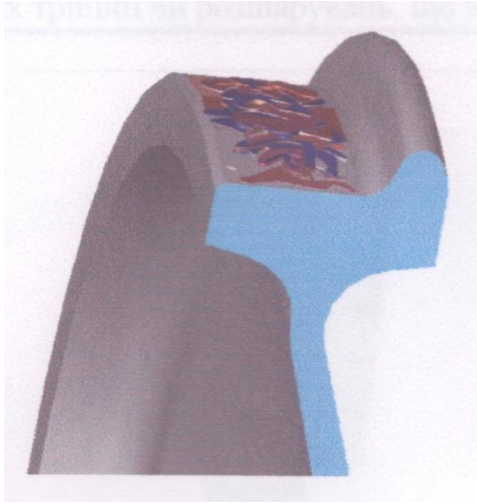


Рис. 6.4. Поверхневий відкол (навар) на поверхні кочення колеса

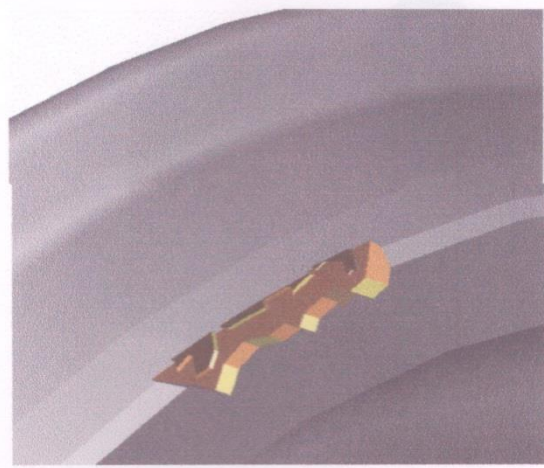


Рис. 6.5. Зсув металу зовнішньої грані обода колеса

Крім того, у колісних парах пасажирських вагонів, які включаються в пунктах формування в поїзди, що прямують до пункту обороту на відстань більше 5000 км, не допускаються:

- прокат поверхні кочення більше 6 мм;
- товщина гребеня менше 26 мм, виміряна на відстані 18 мм від його вершини.

Заборонено допускати до прямування в пасажирських поїздах, які курсують зі швидкістю від 140 до 160 км/год, вагони з колісними парами без проведеного динамічного балансування.

6.3. Технічне обслуговування колісних пар під вагонами

При технічному обслуговуванні під вагонами оглядачі вагонів контролюють стан колісних пар, за зовнішніми ознаками виявляють зноси, пошкодження, за необхідності заміряють їх на поверхні кочення колеса. Колісні пари з несправностями підлягають заміні встановленим порядком [43].

При технічному обслуговуванні колісних пар під вагонами виконують:

- контроль технічного стану колісних пар і їхніх елементів;
- перевірку відповідності розмірів і зносу елементів колісних пар встановленим нормам;

- перевірку відповідності типу колісних пар і їхніх розмірів вантажопідйомності і типу вагона (тільки при технічному обслуговуванні вантажних вагонів з відчепленням і поточному ремонті пасажирських вагонів з відчепленням і їх єдиній технічній ревізії).

Також проводиться графіковий огляд і заміри колісних пар пасажирських вагонів: швидких поїздів - 2 рази на місяць; пасажирських, місцевих, приміських поїздів - 1 раз на місяць. Результати замірів записують у «Журнал обліку обміру колісних пар».

Контроль технічного стану колісних пар у поїздах у парках станції на ПТО вагонів повинен проводитися так [3, 24].

Оглядачі вагонів, отримавши від оператора ПТО інформацію про підхід поїзда, виходять до колії його приймання, при цьому одна ремонтно-оглядова група розташовується біля межового стовпчика з двох боків колії і контролює технічний стан вагонів у поїзді, що прибуває, а друга також з обох боків біля місця зупинки головної частини поїзда і має можливість отримати від локомотивної бригади інформацію про можливі несправності колісних пар на шляху прямування.

Такі несправності колісних пар, як повзуни (вибоїни), навари, нерівномірний прокат, неважко виявити при зустрічі поїзда з ходу. Наявність на поверхні кочення повзунів і наварів викликає при кожному оберті колісної пари характерний удар колеса об рейки. При нерівномірному прокаті відбувається биття колісної пари об рейки і внаслідок цього виникають збільшені і частіші коливання ресорних комплектів, можна почути удари деталей важільної передачі об деталь візка і раму вагона, що спричиняє собою вібрацію рами візка.

При виявленні несправностей або їх ознак у вагоні оглядачі сповіщають по радіозв'язку про це оператору ПТО, називаючи останні чотири цифри номера вагона.

При огляді колісних пар після зупинки поїзда слід звернути увагу на стан фаски з зовнішнього боку обода і стан напливу металу на ньому. Різниця висот фаски і висот напливу металу на фаску зовнішньої грані в різних місцях одного колеса приблизно відповідає величині нерівномірного прокату. Помічено, що в колісах без фаски в місцях нерівномірного прокату утворюється

місцеве збільшення ширини обода, величина якого приблизно відповідає величині нерівномірного прокату. Відсутність фаски на зовнішній частині обода вказує на наявність рівномірного прокату більше 6 мм, а відсутність фаски і наплив металу – на глибину рівномірного прокату більше 9 мм.

Ознаками тріщин в осях і колесах є наявність над тріщиною валика з пилу та іржі, здуття фарби, а в зимовий час – інею з висотою голок більшою, ніж у сусідніх місцях. Скупчення пилу слід перевірити металевим щупом. Тяжіння пилу до щупа вказує на наявність у ній металу і, отже, тріщину. Якщо пил до щупа не притягується, місце, що перевіряється, слід оглянути з використанням лупи. Шар фарби, що роздувся, слід розкрити і оглянути підозріле місце з використанням магнітного щупа і лупи.

Сліди контакту з електродом або зварювальним дротом можна виявити за наявністю на осі плям, що відрізняються за кольором від іншої поверхні.

Огляд колісних пар проводять у незагальмованому стані. З метою виявлення тріщин простукують контрольним молотком поверхню кочення коліс не менше двох разів через 500 мм. Особливу увагу приділяють простукуванню коліс з товщиною обода менше 40 мм та огляду поверхонь коліс з внутрішнього боку, оскільки тріщини частіше утворюються саме там.

Ретельніше слід оглядати колісні пари з товщиною обода 22-35 мм, а також колісні пари, що мають на поверхні кочення повзуни, навари, вищербини, нерівномірний прокат.

Крім того, повзун, навар, нерівномірний прокат можна виявити за такими ознаками:

- наявність крейджаних розміток на вагоні при частому огляді букс;
- порушення торцевого кріплення роликової букси;
- пошкодження або відсутність гумових чи сталевих втулок у вузлах підвісок башмаків;
- овальний знос отворів;
- відсутність валика підвіски башмака, шплінтів;
- зрізані шплінти;
- металевий блиск на шайбах валиків важільної передачі візка;

- пошкодження різьби тріангеля і гайки кріплення наконечника тріангеля;
- металевий блиск болтів коробки ковзуна;
- послаблення заклепки фрикційних планок візка моделі 18-100 і металевий блиск на них.

Ретельно потрібно обстежити технічний стан колісних пар, кришки букс яких пофарбовані в червоний колір (наплавлені гребені).

У пунктах підготовки вагонів до перевезень і перед постановкою в поїзди, а також після катастроф, аварій поїздів, зіткнень рухомого складу, сходу з рейок вагонів у вагонах, які не пошкоджені, *контроль технічного стану колісних пар* проводиться аналогічно зазначеному вище.

6.4. Автоматизація контролю дефектів колісних пар в експлуатації

Контроль технічного стану вагонів у поїздах, у тому числі й колісних пар, починається на підходах до станції за допомогою засобів технічного діагностування, що розташовані на перегоні.

Інформація про несправності поверхні кочення коліс (повзуни, навари, вищербини, нерівномірний прокат) від засобів технічного діагностування передається в єдиний вузол, тобто до оператора ПТО вагонів, який реєструє порядковий номер вагона, бік вагона, вид несправності та ін.

На шляху прямування поїздів в інших країнах розроблена велика кількість засобів технічного діагностування для виявлення пошкоджень колісних пар, серед яких КРАП-2М, ТДК, «Комплекс», «Експрес-профіль», DafuR, Gotcha. На залізницях України експлуатуються тільки наземні засоби технічного діагностування, що здатні виявляти лише дефектні буксові вузли та загальмовані колісні пари (ПОНАБ-3, АСДК-Б, ДИСК-Б, КТСМ-01, КТСМ-02), інші операції контролю технічного стану колісних пар проводяться оглядачами вагонів.

Апаратуру автоматичної системи комплексного контролю стану ходових частин рухомого складу КТСМ розміщують на перегонах і проміжних станціях гарантійних дільниць для

контролю стану колісних пар поїздів, що проходять, або перед станціями, на яких розташовані ПТО.

Ця апаратура може використовуватися для виявлення повзунів або нерівномірного прокату. Зареєстровані системою "КТСМ" колісні пари з буксами, що гріються, повзунами, наварями, нерівномірним прокатом після зупинки поїзда необхідно оглянути, виміряти поверхні кочення шаблонами і прийняти рішення про ремонт вагона і можливість подальшого його утримання в складі поїзда або про відчеплення.

Сучасними тенденціями розвитку технічного обслуговування колісних пар є автоматизація та підвищення достовірності і оперативності технологічного процесу контролю. Тому існує необхідність впровадження новітніх засобів технічного діагностування для виявлення пошкоджень колісних пар.

Автоматизований безконтактний комплекс контролю колісних пар рухомого складу (рис. 6.6) призначений для безконтактного контролю та аналізу параметрів колісних пар вагонів при входженні на станцію.



Рис. 6.6. Автоматизований безконтактний комплекс контролю колісних пар АБК. Вимірювальні модулі

Параметри, що встановлюються в процесі діагностики колісних пар комплексом: товщина гребеня колеса; різниця та сума товщини гребенів на колісній парі; рівномірний прокат; відстань і різниця відстані між внутрішніми гранями ободів коліс; товщина та ширина обода; діаметр колеса; різниця діаметрів коліс в одній колісній парі та у візку; рахування кількості осей;

визначення типу рухомого складу; визначення кількості вагонів у составі; реєстрація швидкості руху состава; реєстрація часу контролю; напрямок руху состава.

Детектор дефектних коліс (ДДК) є підлоговим засобом автоматичної діагностики технічного стану колісних пар на ходу поїзда й призначений для виявлення колісних пар з дефектами на поверхні кочення коліс, що викликають неприпустимі динамічні перевантаження невіднесених елементів вагонів і колії.

Робота апаратури ДДК заснована на вимірюванні спеціальними тензометричними схемами вертикальних сил, що діють між колесом і рейкою, при їхній динамічній взаємодії (рис. 6.7) і порівнянні значень, що вимірюються, із припустимими нормованими рівнями сил.

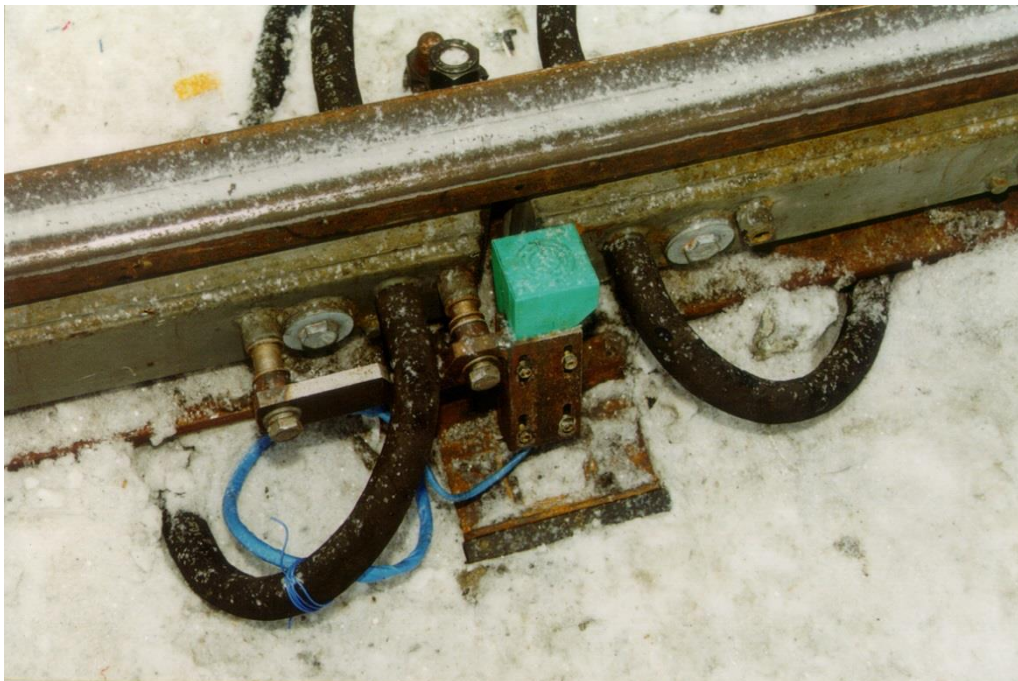


Рис. 6.7. Детектор дефектних колісних пар (ДДК)

Перевищення нормованого рівня сил означає, що на поверхні кочення колеса є нерівність (або кілька нерівностей), що викликає неприпустимі динамічні перевантаження коліс і рейок.

Відомості про наявність у складі поїзда вагонів з колісними парами, що підлягають огляду й бракуванню, передаються по лінії зв'язку на ПТО вагонів, перед яким установлена апаратура ДДК.

Автоматизований діагностичний комплекс для вимірювання колісних пар вагонів на підходах до станції призначений для вимірювання геометричних параметрів поверхні кочення, а також виявлення зносу й дефектів коліс на ходу поїзда, реєстрації несправностей колісних пар і оперативної передачі отриманої інформації на найближчий ПТО (рис. 6.8).

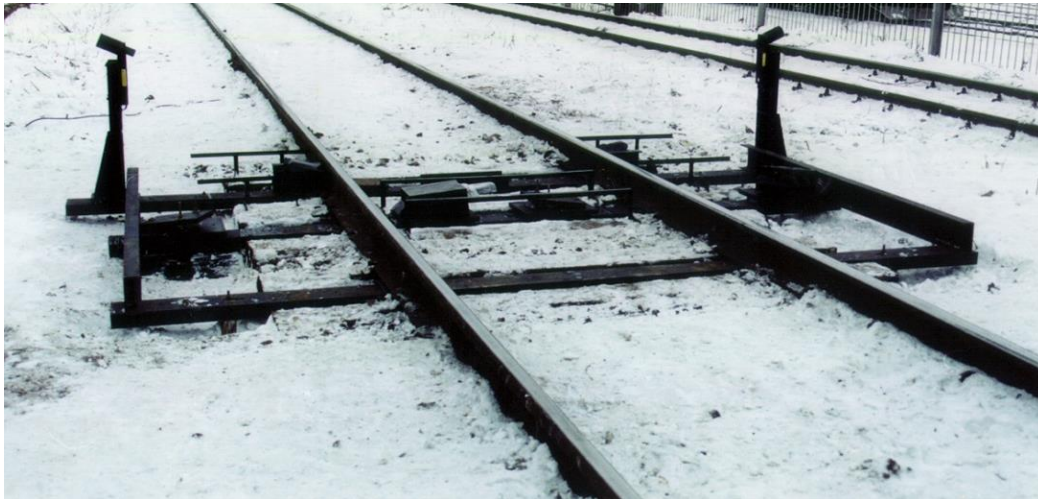


Рис. 6.8. Підлогове обладнання автоматизованого діагностичного комплексу вимірювання колісних пар вагонів

Контрольовані параметри колісних пар комплексом: товщина й висота гребеня; товщина й ширина обода; діаметр коліс по поверхні кочення; прокат; відстань між внутрішніми гранями коліс. Контроль виконується при швидкості руху поїзда 60 км/год.

Щодо бортових засобів безперервного контролю колісних пар під час руху поїздів, то існують розробки українських фахівців: автоматизована система технічного контролю коліс (АСТК) і пристрій на базі електромагнітно-акустичних перетворювачів. У них первинні перетворювачі (датчики вібрації) встановлені на елементах ходових частин (рис. 6.9).

Акустичний сигнал від взаємодії колеса і рейки утворюється як сума збурень, що мало відрізняються за величиною і утворюють складну квазістохастичну послідовність.

При проходженні вагоном рейкових стиків, стрілок тощо на фоні квазістохастичної послідовності порівняно слабких імпульсів з'являється кілька послідовностей з великою амплітудою.

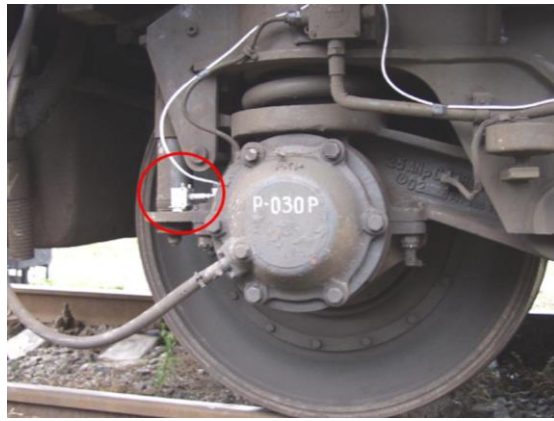


Рис. 6.9. Ходова частина вагона з п'єзоелектричним датчиком

За наявності на поверхні кочення колеса короткої нерівності період проходження імпульсів пропорційний швидкості руху вагона, а амплітуда пропорційна інтенсивності співудару (рис. 6.10).

Використання в якості первинних перетворювачів мікрофонів спрощує конструкцію системи контролю технічного стану колісних пар вагона. Для виявлення колісної пари з короткою нерівністю достатньо одного датчика на вагон.

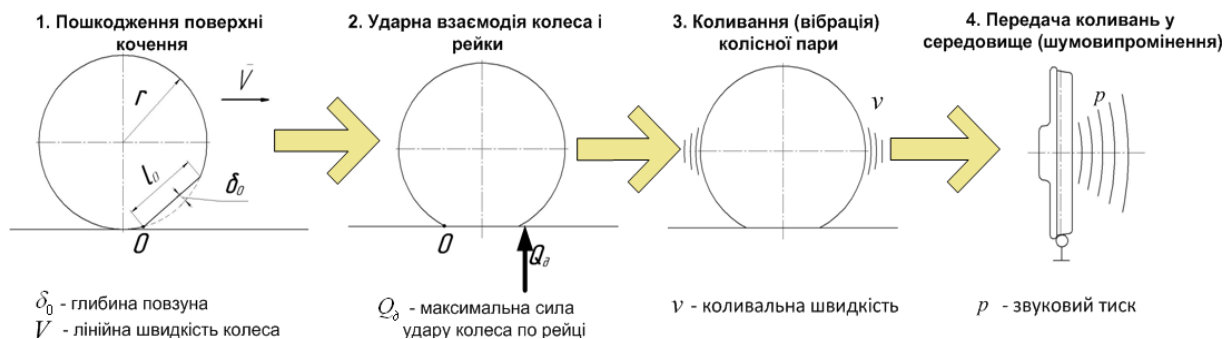


Рис. 6.10. Схема утворення шуму від ударної взаємодії колеса з короткою нерівністю на поверхні кочення з рейкою

Для роботи діагностичного пристрою на вантажному вагоні під час руху необхідне автономне джерело електричної енергії, яке повинно відповідати таким вимогам:

- забезпечення електричною енергією споживачів при малих швидкостях руху та під час відстою;
- міцна, стійка до різних погодних умов і захищена від вандалів конструкція.

Вказані вимоги задовольняє буксовий генератор, що працює сумісно з акумуляторною батареєю.

На кафедрі "Вагони" УкрДУЗТ запропоновано альтернативний підхід до контролю технічного стану колісних пар під час руху вагона, в основі якого лежить реєстрація пружних коливань колісної пари через повітря датчиками, які розташовані на рамі вагона [2, 16].

Розроблений пристрій акустичного контролю (рис. 6.11) складається з мікрофонів, які закріплені на рамі вагона, мікрофонного підсилювача 1, активного смугового фільтра 2, формувача обвідної сигналу 3, формувача каліброваних імпульсів 4, перетворювача частоти в напругу 5, пристрою порівняння 6. До входу пристрою порівняння підключений вихід формувача сигналу швидкості вагона 8, вихід пристрою порівняння підключений до вихідного пристрою 7, причому вихід активного смугового фільтра 2 підключений до входу вихідного пристрою 7.

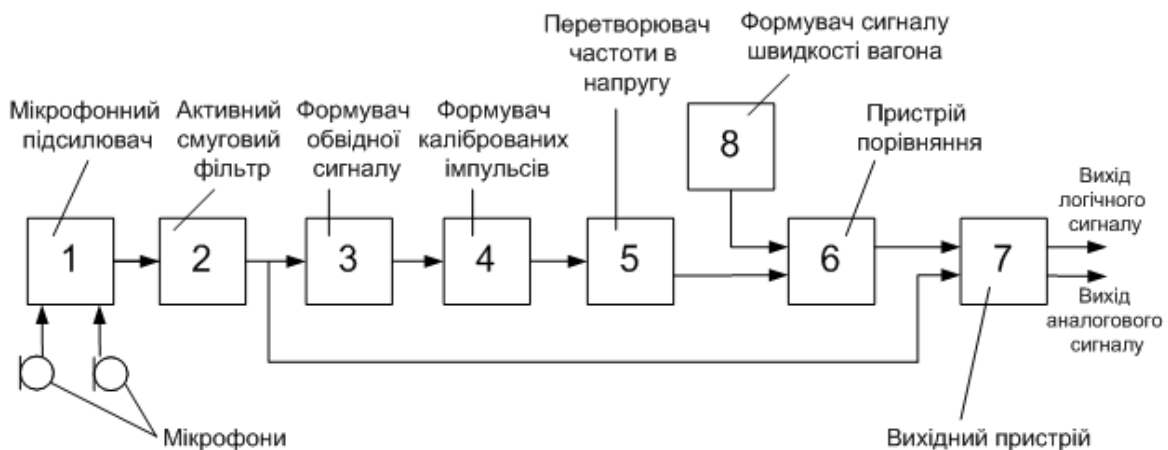


Рис. 6.11. Структурна схема пристрою акустичного контролю колісних пар

Пристрій працює так. На кожному вагоні пасажирського поїзда розташовані мікрофони М, які сприймають звукові коливання від руху вагона, зокрема взаємодії таких елементів, як колесо-рейка, колесо-гальмівна колодка та ін.

Електричний сигнал з виходу мікрофонів подається на вхід мікрофонного підсилювача 1, амплітудно-частотна характеристика якого розрахована для проведення первинної

селекції за частотою. З виходу підсилювача 1 сигнал подається на активний смуговий фільтр, де виділяється корисний сигнал, що подається на вхід формувача обвідної сигналу 3 і далі на формувач каліброваних імпульсів 4 для отримання сигналу зі стабільною тривалістю та амплітудою, отримані імпульси надходять у перетворювач частоти в напругу 5, у якому частота імпульсів перетворюється в пропорційну напругу. У пристрої порівняння порівнюються величини напруги з виходів перетворювача частоти в напругу 5 і формувача сигналу швидкості вагона 8, у випадку рівності напруги в заданому діапазоні пристрій порівняння спрацьовує і сигнал подається на вихідний пристрій 7, що призначений для запобігання спрацьовування від випадкових короткочасних імпульсів і має затримку спрацьовування в часі, на виході якого отримується логічний нуль або одиниця (5В), також на вхід вихідного пристрою 7 подається сигнал з виходу активного смугового фільтра 2.

Використання ефективних методів і засобів контролю технічного стану колісних пар вагонів засобами технічної діагностики дозволяє значно підвищити якість технічного обслуговування й перейти на сучасні технології.

6.5. Порядок заміни несправних колісних пар вагонів

Якщо в процесі технічного обслуговування колісних пар під вагонами оглядачі вагонів або працівники станції, що мають право на огляд вагонів, виявили спрацьовування та пошкодження колісних пар, з якими відповідно до ПТЕ *забороняється* випускати вагон в експлуатацію і допускати до прямування в поїздах, його відчіпляють від состава та подають до пункту технічного обслуговування вагонів з відчепленням або на спеціалізовані колії для заміни несправної колісної пари.

Під час технічного обслуговування вантажних вагонів з відчепленням колісні пари оглядають під вагоном, при потребі проводять інструментальну перевірку.

Огляду підлягають середні частини осей, місця сполучення маточин коліс із віссю, диски й поверхні кочення коліс з обстукуванням молотком.

Особливу увагу приділяють колісним парам після наплавлення гребенів (оглядові кришки пофарбовані в червоний колір) і з товщиною обода менше 40 мм.

При надходженні колісних пар із пофарбованими кришками проводять повторне фарбування в червоний колір оглядових кришок букс (за потреби).

При несправностях, які забороняють експлуатацію колісної пари, остання замінюється.

Дефектацію колісних пар при технічному обслуговуванні з відчепленням проводять за нормативно-технічною документацією [48, 49, 50], де зазначені допустимі розміри й відхилення параметрів колісних пар:

- а) прокат рівномірний не більше 7 мм;
- б) відстань між внутрішніми гранями ободів коліс колісної пари не менше 1428 мм і не більше 1443 мм;
- в) товщина обода суцільнокатаного колеса не менше 24 мм;
- г) різниця відстаней між внутрішніми гранями ободів суцільнокатаних коліс, виміряна в чотирьох протилежних взаємоперпендикулярних точках, не більше 2 мм у колісних парах, які підкочуються під вагон;
- д) різниця діаметрів по колу кочення коліс однієї колісної пари не повинна перевищувати 1 мм;
- е) нерівномірний прокат на поверхні кочення коліс повинен бути не більше в колісних парах, що підкочуються під вагон, 1 мм, а у колісних парах, що не викочуються з-під вагона, – 1,5 мм;
- ж) повзуни на поверхні кочення коліс глибиною не більше 0,5 мм;
- и) товщина гребеня, виміряна на відстані 18 мм від вершини, не більше 33 мм і не менше 27 мм;
- к) коловий наплив металу, що виходить за зовнішню бокову поверхню обода колеса, не допускається;
- л) дефект на поверхні кочення коліс, викликаний зміщенням металу (навар) висотою не більше 0,5 мм (дозволяється зачищення навару колісних пар електро- або пневмошліфувальним інструментом);
- м) кільцеві виробітки на поверхні кочення коліс шириною не більше 10 мм і глибиною не більше 0,5 мм;

н) вищербини на поверхні кочення коліс без тріщин, які йдуть углиб металу, довжиною до 15 мм включно або глибиною не більше 1 мм;

п) допустима різниця діаметрів коліс по колу кочення для колісних пар, що підкочуються під вагони:

1) одного чотиривісного візка не більше 20 мм (при цьому колісні пари з меншим діаметром коліс повинні бути в середині візка);

2) одного двовісного візка не більше 20 мм;

3) двох чотиривісних візків не більше 40 мм;

4) двох двовісних візків не більше 40 мм.

Колісні пари з гострокінцевим накатом гребенів підлягають додатковому огляду для виявлення характерних ознак несправностей.

За відсутності таких ознак гострокінцевий накат можна видаляти зачищенням, не допускаючи утворення поперечних рисок.

При зачищенні видаляється лише накат, при цьому перехід від зачищеної до незачищеної поверхні має бути плавним, зачищена поверхня не повинна мати тріщин, поперечних рисок та інших дефектів. Зачищена поверхня повинна розташовуватися врівень із суміжними бездефектними ділянками, у місці зачищення допускається заглиблення не більше 0,5 мм. Аналогічні вимоги висуваються при усуненні навару на поверхнях кочення коліс.

Щодо колісних пар на модернізованих візках, то при технічному обслуговуванні з відчепленням перевіряють стан поверхні кочення коліс із ремонтним профілем ІТМ-73; вимірюють знос гребенів і прокат ободів коліс. Для цього використовується абсолютний шаблон для стандартного й ремонтного профілю ІТМ-73.

При експлуатації вагонів одночасне використання на одному візку колісних пар із різними профілями коліс забороняється.

За відсутності запасних колісних пар із ремонтним профілем ІТМ-73 можна встановлювати колісні пари зі стандартним профілем коліс на час транспортування вагона в базове депо для заміни колісної пари.

Відповідальними за технічне обслуговування колісних пар при поточному ремонті і єдиній технічній ревізії пасажирських вагонів чи технічному обслуговуванні з відчепленням вантажних вагонів є майстри та бригадири.

Колісні пари вантажних вагонів замінюють у пунктах технічного обслуговування вагонів з відчепленням (механізованому пункті) або на спеціально виділених ремонтних коліях станції, які для цього повинні мати запас справних колісних пар різних за типом і діаметром коліс, підйомні засоби і необхідні пристосування.

Порядок робіт при заміні колісних пар залежить від конструкції і типу візків, наявності підйомних та інших ремонтних засобів.

Для чотиривісних вагонів на візках з литими боковими рамами порядок заміни колісних пар такий:

1) виміряти діаметр колісної пари, що залишається, і замовити їй відповідну колісну пару. Різниця діаметрів по колу кочення колісних пар в одному візку має бути не більше 20 мм, у двох візках – не більше 40 мм;

2) підклинити колісні пари кінця вагона, що не піднімається;

3) від'єднати горизонтальну тягу вагона від вертикального важеля візка, що викочується;

4) підняти один кінець вагона до звільнення шворня;

5) опустити запобіжні гайки на плунжерах домкратів;

6) викотити візок з-під вагона;

7) підклинити колісну пару, що залишається;

8) підняти вільний кінець візка на висоту, що забезпечує вихід букс з буксового отвору бокових рам візка;

9) опустити візок боковими рамами на заздалегідь підготовлені підставки;

10) викотити несправну колісну пару і прибрати її з колії;

11) на колію поставити заздалегідь підібрану колісну пару;

12) зафіксувати опорні поверхні букс у верхньому положенні;

13) підкотити колісну пару під візок;

14) підвести кінець візка, прибрати підставки;

15) опустити візок на колісну пару, контролюючи входження букс у буксові отвори;

16) зняти фіксатори з букс, переконавшись в справності і відсутності зміщень інших деталей візка;

17) прибрати клини;

18) закотити візок під вагон;

19) підняти запобіжні гайки на плунжерах домкратів;

20) опустити вагон;

21) з'єднати горизонтальну тягу з вертикальним важелем.

Усі роботи з заміни колісної пари виконують два слюсарі.

У восьмивісному вагоні порядок заміни колісної пари визначає її порядковий номер під вагоном: перша, друга або третя і четверта. В усіх випадках піднімання вагона необхідно підclinити справний чотиривісний візок.

Для заміни першої колісної пари використовують гвинтові струбцини, що встановлюються з обох боків вагона для створення жорсткого зв'язку між проміжною балкою рами вагона і кінцями бокових рам двовісного візка. При підніманні одного кінця кузова вагона домкратами разом з ним піднімуться і кінці бокових рам крайнього двовісного візка. Колісна пара, вийшовши своїми буксами зі щелеп, виявляється вільною для заміни.

За необхідності заміни другої колісної пари один слюсар від'єднує горизонтальне затягування, що з'єднує вертикальний і обхідний важелі, а інший за допомогою спеціальних скоб підвішує зовнішній кінець сполучної балки чотиривісного візка до хребтової балки вагона. Піднімання одного кінця кузова вагона разом з кінцем зв'язаної з ним скобами сполучної балки до звільнення шворня крайнього двовісного візка дозволяє викотити цей візок з-під вагона.

Щоб змінити третю або четверту колісну пару, необхідно викотити повністю чотиривісний візок. Для цього гальмівну важільну передачу чотиривісного візка від'єднують від підвагонної гальмівної тяги і піднімають кузов вагона електродомкратами. У викоченому чотиривісному візку зовнішній двовісний візок слід підclinити і за необхідності заміни третьої колісної пари від'єднати горизонтальну тягу, що з'єднує вертикальний і обхідний важелі. Піднявши краном

внутрішній кінець сполучної балки, внутрішній візок викочують і замінюють у ній колісну пару звичайним порядком.

За необхідності заміни четвертої колісної пари слід краном за допомогою захоплення підвести несправну колісну пару і кінці боковин; встановити під них ставлюги або козли і, опустивши несправну колісну пару на рейки, викотити її і замінити іншою.

Піднімати навантажений восьмивісний вагон дозволяється домкратами вантажопідйомністю 40 т.

Розроблена також технологія заміни колісних пар під вантажними вагонами безпосередньо в парках станції.

Для виконання робіт з заміни колісних пар у складі вантажного поїзда без відчеплення вагонів парки станції повинні бути обладнані самохідними ремонтними комплексами на пневматичному ході. Самохідні ремонтні установки виконують такі ремонтні операції для заміни колісних пар вагонів: розсунення вагонів; піднімання вагонів; заміна колісних пар; транспортування змінних колісних пар вагонів.

Екіпаж ремонтної установки – 3 людини.

Самохідний ремонтний комплекс забезпечує в жорсткому ліміті часу і з високим ступенем механізації комплекс операцій з підніманням навантажених вагонів, викочуванням і агрегатною заміною дефектних ходових частин.

На рис. 6.12 показана операція піднімання вагона. Операція заміни колісної пари зображена на рис. 6.13.

Колісні пари пасажирських вагонів замінюють у пунктах поточного відчіпного ремонту або на спеціально виділених ремонтних коліях пасажирської станції, а при виконанні єдиної технічної ревізії – на спеціальних коліях в депо.

Порядок заміни колісних пар такий. Майстер підбирає за розмірами колісну пару. Слюсарі підклинюють візок протилежного кінця вагона.

Роз'єднують гальмівну тягу, підготовляють електродомкрати і встановлюють їх під шворневу балку рами вагона та ставлять дерев'яні підкладки на головки домкратів.

Від'єднують кінці кабелів генератора і дроти, що йдуть до термодатчиків контролю нагріву букс.

Від'єднують карданний вал від редуктора.

Виймають клин і напівшворні візка.

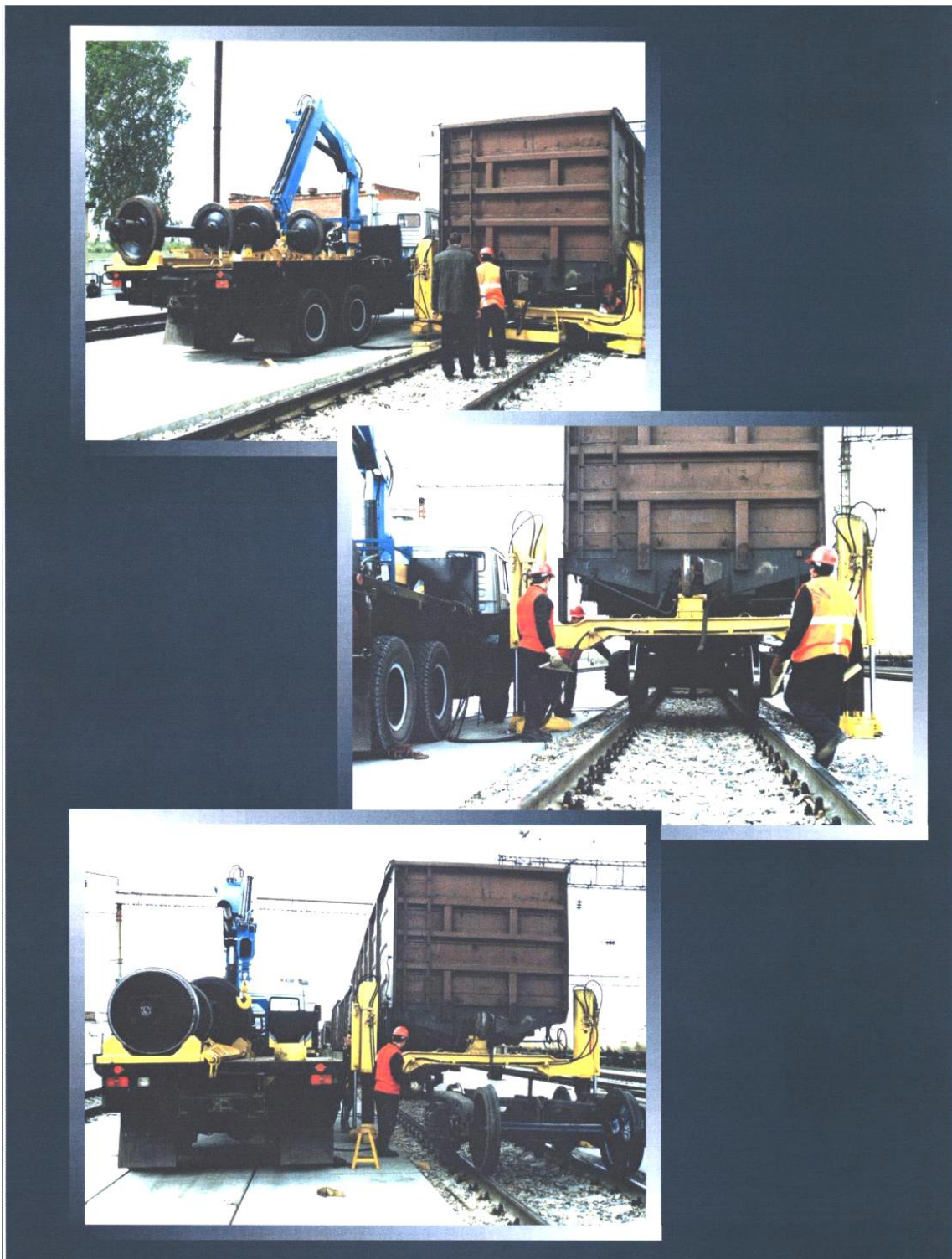


Рис. 6.12. Операція піднімання вагона

Піднімають один кінець кузова вагона. Після цього викочують візок. Відкручують гайки шпінтонів.

Підклинюють справну колісну пару, піднімають раму візка, несправну колісну пару викочують, а справну колісну пару

підкочують до візка. Опускають раму, закручують гайки шпінтонів.

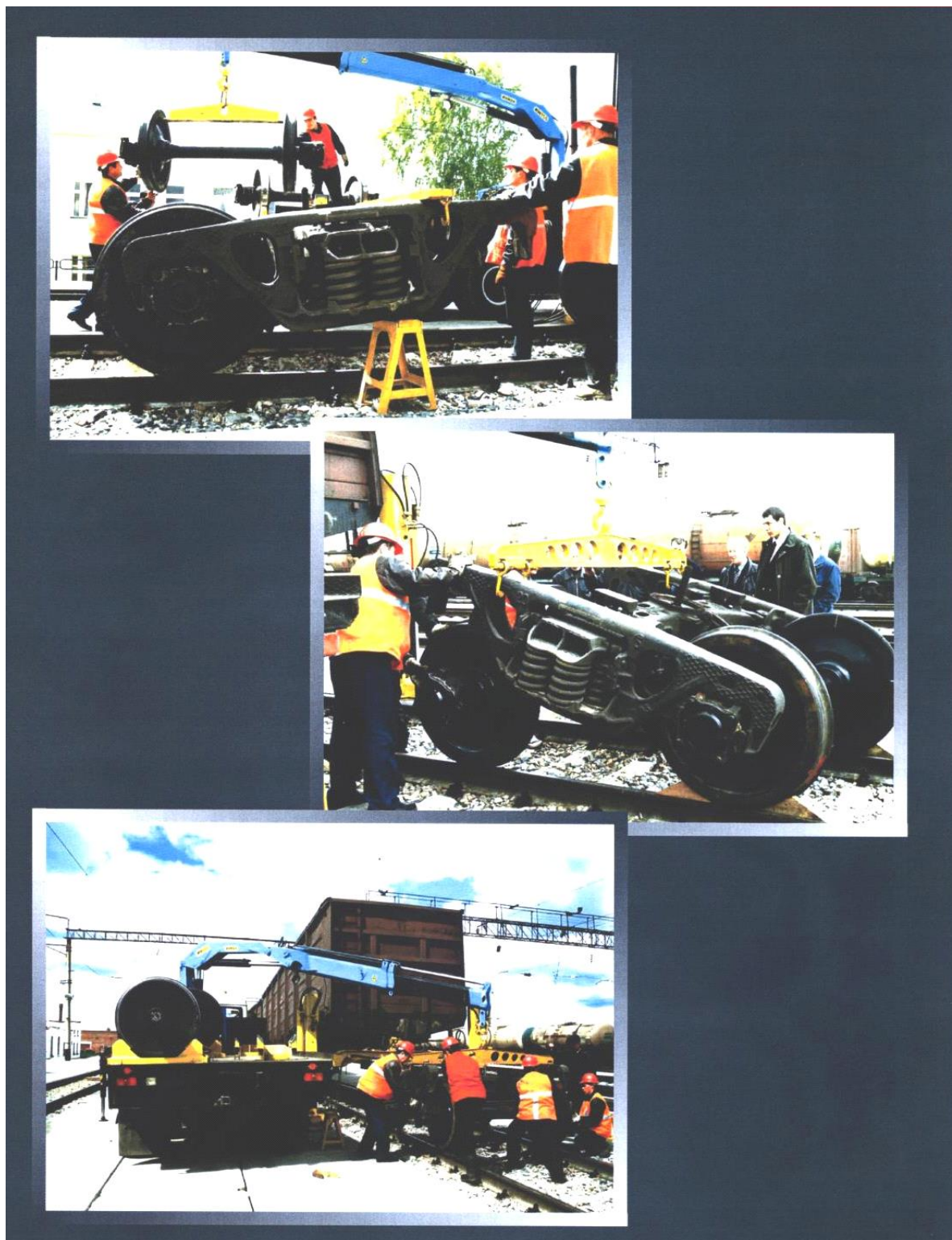


Рис. 6.13. Операція заміни колісної пари

Підкочують візок, опускають кузов вагона на візок. Ставлять на місце клин і напівшворні візка.

З'єднують карданний вал з редуктором. З'єднують кінці кабелів генератора і дроти, що йдуть до термодатчиків контролю нагріву букс. Прибирають дерев'яні прокладки та домкрати, з'єднують гальмову тягу. Усі роботи з заміни колісної пари виконують два слюсарі. Майстер перевіряє якість роботи.

Контрольні питання

1. Які існують заходи для перевірки технічного стану й своєчасного вилучення з експлуатації?

2. Які існують заходи для контролю якості відремонтованих колісних пар і тих, які підкочуються під вагони?

3. Де і коли виконується технічне обслуговування колісних пар під вантажними вагонами в поїздах?

4. Де і коли виконується технічне обслуговування колісних пар під пасажирськими вагонами в поїздах?

5. Які операції виконують при технічному обслуговуванні колісних пар під вагонами?

6. У яких випадках забороняється випускати в експлуатацію і допускати до прямування в поїздах вантажні вагони з незаміненими колісними парами?

7. У яких випадках забороняється випускати в експлуатацію і допускати до прямування в поїздах пасажирські вагони з незаміненими колісними парами?

8. Як проводиться контроль технічного стану колісних пар у поїздах у парках станції на ПТО вагонів?

9. Які існуюча та перспективна автоматизації контролю дефектів колісних пар в експлуатації?

10. Який порядок заміни несправних колісних пар вантажних вагонів в експлуатації?

11. Який порядок заміни несправних колісних пар пасажирських вагонів в експлуатації?

12. Які вимоги до колісних пар при випуску вантажного вагона з пункту технічного обслуговування вагонів з відчепленням?

7. ПІДГОТОВКА КОЛІСНИХ ПАР ДО РЕМОНТУ

7.1. Вхідний контроль колісних пар до ремонту

При підготовці колісних пар до всіх видів ремонту виконується:

- візуальний та інструментальний контроль відповідності розмірів і зносу елементів колісних пар встановленим нормам з метою виявлення дефектів і несправностей;

- сухе очищення від бруду, залишків фарби і мастила елементів колісних пар, при цьому очищення виконується за технологіями, узгодженими у встановленому порядку;

- визначення ремонтпридатності і обсягів робіт.

Попередній візуальний контроль до очищення колісних пар виконують для виявлення несправностей, які не можуть бути виявлені після очищення та обмивання колісних пар, а також для виявлення бракованих елементів і визначення виду ремонту.

При проведенні візуального контролю перевіряють стан поверхонь елементів колісних пар, наявність бирок, знаків маркування і клейм, а також технічний стан буксових вузлів.

Особлива увага має бути звернена на місце сполучення підматочинної частини осі та маточини колеса з метою виявлення ознак ослаблення або зсуву колеса на осі.

За наявності ослаблення або зсуву колеса на осі колісна пара підлягає капітальному ремонту (ремонт з заміною елементів).

Для якісного інструментального контролю у виробничих дільницях із ремонту колісних пар вагоноремонтних підприємств повинні бути засоби вимірювальної техніки і шаблони (табл. Д.2.1).

Кількість одиниць кожного найменування засобів вимірювальної техніки і шаблонів установлює підприємство самостійно виходячи з їхньої потреби, з урахуванням необхідного запасу в інструментальному відділенні.

Засоби вимірювальної техніки і шаблони повинні утримуватися в чистоті та справності. Засоби вимірювальної техніки і шаблони повинні піддаватися метрологічному контролю: періодичному; при несправності або за наявності її ознак; після ремонту.

Періодичний метрологічний контроль засобів вимірювальної техніки і шаблонів проводиться в терміни, зазначені в табл. Д.2.3.

Відповідальність за справне утримання засобів вимірювальної техніки і шаблонів, а також дотримання термінів їхнього контролю покладається на майстра виробничої дільниці і особу, відповідальну за стан метрологічного забезпечення.

На основі огляду й обмірювання елементів призначають необхідний вид ремонту колісних пар.

Виявлені тріщини та інші підозрілі місця виділяються за допомогою незмивних барвників (фарба, маркери і т. д.). У встановлених місцях на колісних парах наноситься умовна розмітка виду ремонту (табл. Д.2.4).

Результати огляду і вимірювань колісних пар, а також необхідний вид ремонту фіксуються в натурних колісних листах форми ВУ-51 та в журналах форм ВУ-53 і ВУ-54.

На осі колісної пари закріплюють бирку, на ній набивають порядковий номер, із яким колісна пара буде проходити весь процес ремонту.

Номер на бирці повинен відповідати порядковому номеру приходного натурального колісного листа.

При оприбуткуванні справних (відремонтованих) колісних пар, що надійшли, їхні номери звіряють із номерами, вказаними в пересильній відомості.

Фахівці перевіряють наявність і правильність постановки клейм і знаків.

Оприбутковані колісні пари встановлюють за типами на спеціалізовані колії парку готової продукції.

Оприбуткування елементів колісних пар, що надійшли, здійснюється на основі залізничних накладних із натурною перевіркою найменування і кількості вантажу.

Перевіряють наявність на елементах маркування та клейм, передбачених відповідними стандартами. При виявленні дефектів або відступів від стандартів складають акт-рекламацію для пред'явлення заводомам-постачальникам.

Ведеться облік надходження і наявності нових елементів колісних пар.

Використання нових елементів (коліс і осей) дозволяється тільки після проведення вхідного контролю на відповідність вимогам нормативної документації.

Оглянуті і взяті на облік колісні пари виставляють на відповідну спеціалізовану колію робочого парку або, за необхідності, подають безпосередньо на обмивання.

Усі колісні пари, викочені з-під вагонів у депо або вагоноремонтному заводі, подають на спеціально виділене місце для попереднього огляду й оприбуткування.

Порядок попереднього огляду такий самий, як і для колісних пар, що надійшли з інших підприємств.

7.2. Організація робіт з підготовки до ремонту в колісному парку

Колісний парк призначається для підготовки виробничого процесу ремонту вагонних колісних пар.

У колісному парку вагонного депо здійснюється:

- розвантаження, огляд і попереднє визначення обсягу ремонту несправних колісних пар, які надходять із інших депо, лінійних ПТО та з-під вагонів, що ремонтуються;

- розвантаження відремонтованих колісних пар, що надходять із вагоноколісних майстерень і вагоноремонтних заводів ПАТ «Укрзалізниця»;

- облік наявності справних і несправних колісних пар;

- зберігання відремонтованих колісних пар і таких, що чекають ремонту;

- транспортування колісних пар у цех для ремонту і забирання з цеху відремонтованих;

- транспортування справних колісних пар для підкочування їх під вагон, навантаження несправних колісних пар для відправлення у ВКМ і на вагоноремонтні заводи, пересилання справних колісних пар в інші депо залізниці.

У колісному парку вагоноколісних майстерень і вагоноремонтних заводів здійснюється:

- розвантаження, огляд несправних колісних пар, що надходять, попереднє визначення обсягу їхнього ремонту, розвантаження нових елементів колісних пар;

- облік наявності справних і несправних колісних пар, а також нових і старопридатних елементів;
- зберігання відремонтованих і таких, що підлягають ремонту, колісних пар і їхніх елементів, зберігання і перероблення (подрібнення) стружки;
- транспортування колісних пар у цех для ремонту, подача нових і старопридатних елементів, забирання з цеху відремонтованих колісних пар, бракованих елементів і стружки;
- навантаження відремонтованих колісних пар, металобрухту, стружки та оформлення їхнього відправлення.

Для навантаження, вивантаження і транспортування колісних пар, металобрухту і стружки колісні парки обладнуються естакадою з мостовими кранами або кран-балками вантажопідйомністю не менше трьох тонн. Для перероблення (подрібнення) стружки в колісних парках установлюються стружкодробарки або преси.

Для забезпечення чіткої роботи колісний парк поділяється на такі ділянки: робочий парк; запасний парк; парк для зберігання відремонтованих колісних пар; площадки для зберігання нових і старопридатних елементів (у ВКМ та ВРЗ), металобрухту і стружки.

Робочий парк призначений для зберігання колісних пар, що чекають на ремонт, розсортованих за типами осей і видами ремонту.

У парку укладено здвоєні рейкові колії (рис. 7.1, 7.2), які повністю або частково розташовуються під крановою естакадою або в зоні дії інших підйомно-транспортних засобів.

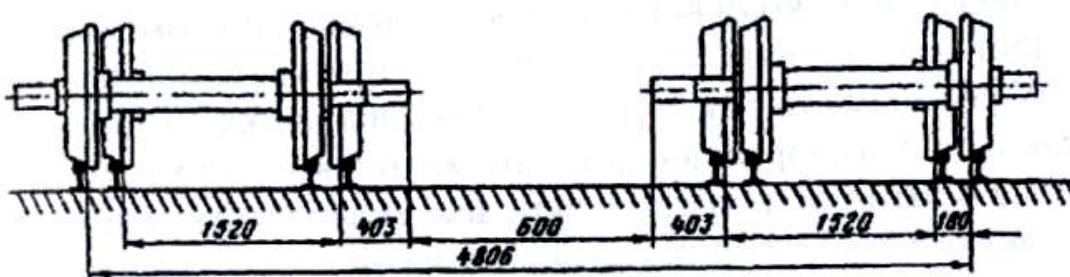


Рис. 7.1. Схема взаємного розташування здвоєних колій колісного парку

Парк розміщується безпосередньо біля тамбурів, що призначаються для подачі колісних пар для ремонту.

Місткість колій робочого парку ВКМ та ВРЗ повинна забезпечувати розміщення колісних пар у кількості не менше місячного плану ремонту.

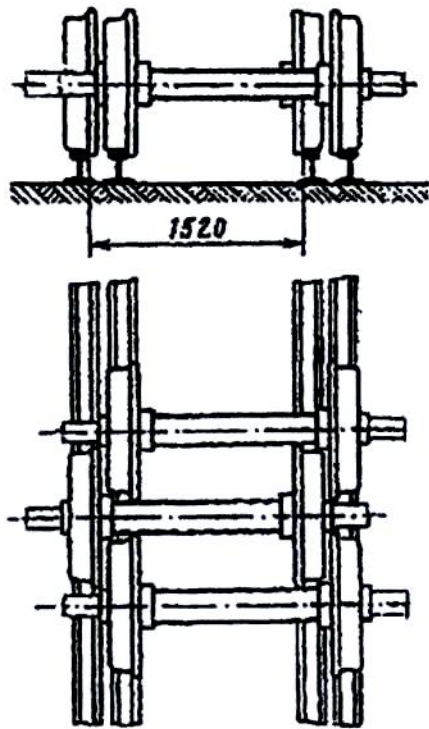


Рис. 7.2. Схема розташування колісних пар

парку за видами ремонту і типами колісних пар.

Біля кожної колії встановлюють спеціальний змінний трафарет із позначенням виду ремонту і типу колісних пар.

У робочому парку передбачається вільна колія, на яку подаються платформи для розвантаження колісних пар.

Шийки колісних пар, що знаходяться в робочому парку без букс, захищають від корозії.

Запасний парк призначений для зберігання нерозсортованих колісних пар у випадку масового їх надходження, а також у випадку, коли наявні колісні пари не розміщуються на спеціалізованих коліях робочого парку, виділених для визначеного виду ремонту.

Запасний парк розміщується поряд із робочим парком і також обладнується здвоєними коліями, розташованими повністю або частково в зоні дії підйомно-транспортних засобів.

Місткість колій робочого парку вагонного депо визначається середньодобовою наявністю несправних колісних пар за минулі один-два роки.

При визначенні довжини здвоєних колій за розрахункову норму береться довжина 0,66 м на одну колісну пару.

Для прискорення подачі колісних пар у дільницю для ремонту рекомендується спеціалізувати колії робочого

Місткість колії запасного парку повинна бути не менше 20 % місячного плану ремонту колісних пар.

Парк готової продукції призначений для зберігання відремонтованих і справних колісних пар. Він розміщується поблизу оглядової площадки, його колії спеціалізуються за типами колісних пар.

Довжину колії парку готової продукції у вагоноколісних майстернях визначають виходячи з нормативу на залишок відремонтованих і справних колісних пар.

Довжина колій парку готової продукції колісно-роликової ділянки депо визначається середньодобовою наявністю або встановленою нормою залишку справних колісних пар.

Для забезпечення вільного проходження між рядами встановлених колісних пар відстань між торцями шийок осей або торцями букс повинна бути не менше 600 мм (рис. 7.1).

При зберіганні необхідно забезпечити максимальну цілісність елементів, безпеку для обслуговуючого персоналу при навантаженні, вивантаженні, транспортуванні та якнайкраще використання площі парку.

Зберігання елементів колісних пар навалом забороняється.

Незнижувальний запас нових елементів визначається встановленим нормативом оборотних засобів. Отвори маточин старопридатних коліс при зберіганні захищають антикорозійним покриттям – шаром технічного вазеліну, солідолом або масляною фарбою. Нові, придатні для ремонту і забраковані суцільнокатані колеса повинні зберігатися на різних стелажах. Суцільнокатані колеса повинні зберігатися у вертикальному положенні з невеликим нахилом (рис. 7.3).

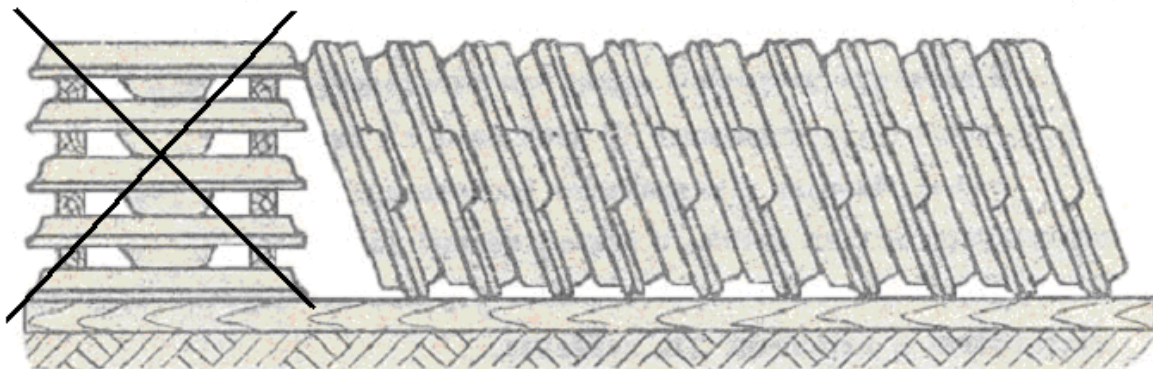


Рис. 7.3. Схема розміщення суцільнокатаних коліс при зберіганні

Зберігання їх окремими вертикальними стопами (рис. 7.3) не дозволяється, оскільки в місцях переходу від диска до обода може збиратися волога, а нестійкість положення коліс створює небезпеку для обслуговуючого персоналу. При зберіганні суцільнокатаних коліс, коли вони можуть бути вкладені не більш ніж у чотири ряди, необхідно розмістити їх за схемою, наведеною на рис. 7.4, а.

При невеликій кількості рядів колеса необхідно вкладати так, як показано на рис. 7.4, б.

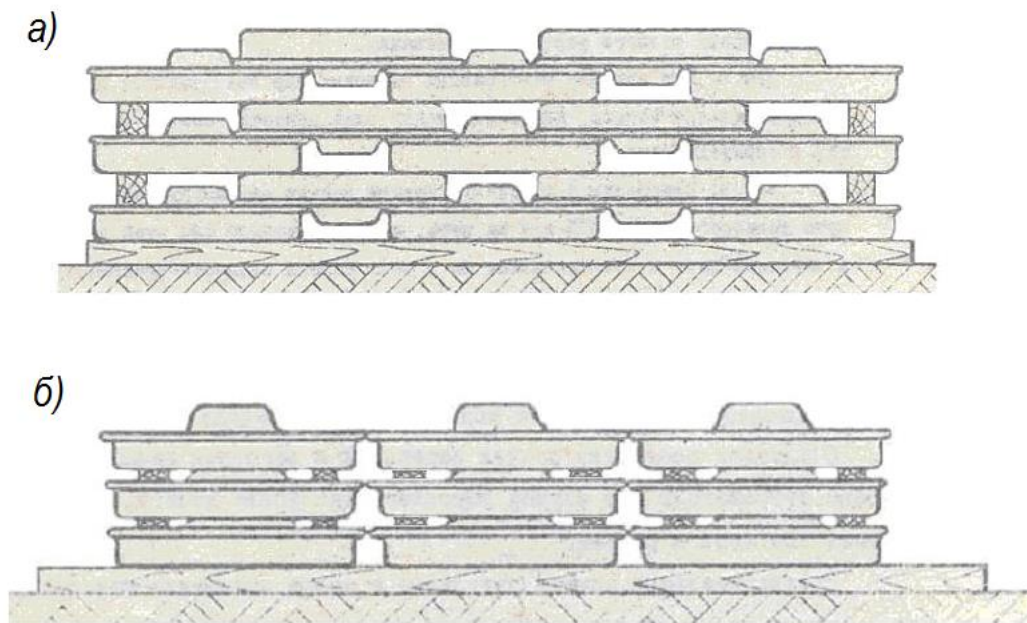


Рис. 7.4. Схема рекомендованих варіантів розташування суцільнокатаних коліс при зберіганні в приміщенні

Рекомендовано зберігати колеса в спеціальних касетах.

Розрахункова норма питомих площ при підрахунку площадок для зберігання суцільнокатаних коліс у цих випадках складає на одно колесо $0,196 \text{ м}^2$ (рис. 7.4, а) і $0,187 \text{ м}^2$ (рис. 7.4, б).

Ряди суцільнокатаних коліс при зберіганні ізолюють від землі дерев'яними підкладками.

Нові й старопридатні осі, а також осі різних типів зберігаються окремо на стелажах із дерев'яними прокладками між рядами. Для створення безпечних умов виконання вантажно-розвантажувальних робіт кількість рядів осей у штабелі повинна бути не більше шести.

При визначенні розмірів площі для зберігання осей приймається розрахункова норма 17 осей на 1 м² площі.

Площі для зберігання бракованих коліс, а також осей розміщують поблизу колій, призначених для навантаження.

Площадка для накопичення стружки обладнується засобами механізації та ємностями для зберігання.

Огляд справних і несправних колісних пар, що надходять у колісний парк, здійснює майстер або бригадир, або особи, що мають право на виконання повного обстеження.

Кількість і типи елементів, що подаються в ремонт, обумовлюються змінно-добовим планом. Майстер або бригадир колісного парку повинен забезпечити подачу в ремонт елементів у необхідній кількості.

При прийманні несправних колісних пар здійснюється їхній попередній огляд для визначення виду ремонту, обмірювання елементів і оприбуткування.

Перед подачею в ремонт старопридатних елементів майстер або бригадир парку зобов'язаний попередньо перевірити та оглянути ті елементи, які за розмірами відповідають обсягу робіт, передбаченому змінно-добовим планом.

Майстер або бригадир колісного парку забезпечує своєчасне прибирання старопридатних бракованих елементів і стружки на відповідні площадки ремонтного підрозділу колісних пар. При огляді елементів, що прибираються, необхідно слідкувати за правильністю і наявністю на них відповідної розмітки.

Перед транспортуванням і тривалим зберіганням відремонтованих і несправних колісних пар їхні шийки необхідно покрити солідолом, технічним вазеліном або іншими антикорозійними засобами.

Для забезпечення збереження шийок осей при транспортуванні колісних пар шийки осей додатково повинні упаковуватися дерев'яними щитками. Щитки набираються з планок перерізом 15×40 мм та довжиною, що дорівнює шийці осі залежно від типу колісної пари. Між собою планки з'єднуються дротом, який пропускається через два отвори діаметром 5 мм по кінцях планок. Допускається скріплювати планки в щитку обв'язками зі стрічкової сталі шириною 6-10 мм, які прибиваються по кінцях цвяхами.

За дозволом Департаменту вагонного господарства ПАТ "Укрзалізниця", можливе використання й інших способів зберігання шийок осей, забезпечуючи їхній надійний захист від пошкодження. Не дозволяється зберігати колісні пари з буксами на роликівих підшипниках із відсутніми або незакритими оглядовими (кріпильними) кришками і транспортування їх із лабіринтовими чи внутрішніми кільцями без букс.

При навантаженні необхідно стежити за тим, щоб колісні пари не вдарялися одна об іншу, не захоплювалися ланцюгами або крюками підйомних механізмів за шийки та передпідматочинні частини осей. Не дозволяється скидати колісні пари з платформ або автомашин.

При переміщенні колісних пар рекомендується використовувати коромисло, кінцеві опорні частини якого захоплюють колісну пару із внутрішніх боків обода колеса. Щоб уникнути пошкоджень середньої частини осі колісної пари при транспортуванні за допомогою крюків, їхні опорні частини армують мідними або алюмінієвими пластинами.

Порядок розміщення колісних пар на платформі і правила їхнього кріплення встановлені технічними умовами завантаження та кріплення вантажів. На кожну платформу з колісними парами, що відправляються, оформляється пересильна відомість.

Платформи з колісними парами подають на розвантажувальну колію колісного парку, призначену для цього, і встановлюють їх у зоні роботи підйомно-транспортних засобів.

Після розвантаження кожну групу колісних пар, що надійшли, звіряють за номерами пересильної відомості і попередньо оглядають. За відсутності пересильної відомості колісні пари оглядають і описують. Колісні пари, що надійшли, оприбутковують.

Про випадки порушення правил пересилання та вантаження колісних пар повідомляють відправнику і службі вагонного господарства залізниці, яка відправила колісні пари в ремонт.

7.3. Очищення та обмивання колісних пар

Технологічним процесом підготовки до ремонту колісних пар передбачаються очищення та обмивання їх від бруду,

мастила, фарби та іржі. Основними вимогами до способів очищення колісних пар є висока якість і швидкість очищення при збереженні нормальних умов праці.

Відомі такі способи очищення колісних пар: механічне (механізоване і ручне), при якому в якості робочих органів використовують металеві щітки або скребачки; струменево-гідравлічне з використанням лужного розчину або чистої води; гідромеханічне; піскоструменеве; виварювання в лужному розчині (занурення у ванну); хімічне (обмазування спеціальними мастиками).

Механічний спосіб очищення застосовують як основний, так і додатковий у поєднанні з іншими способами для видалення різних нерозчинних органічних сполук, іржі, старої фарби. При ремонті колісних пар очищення скребачками або металевими щітками застосовують до обмивання колісних пар у мийній машині і після неї. Ручне очищення колісних пар щітками і скребачками забезпечує ретельне видалення забруднень, але являє собою трудомістку і малопродуктивних роботу. Останнім часом знаходять застосування механізовані установки для попереднього очищення колісних пар металевими щітками або скребачками. Такі установки забезпечені механізмами обертання колісних пар і пневматичними циліндрами для притиснення щіток до елементів колісних пар у процесі їх очищення (рис. 7.5).



Рис. 7.5. Пристрій для механізованого очищення приобідної зони коліс

Сухе очищення від бруду, залишків фарби і мастила на елементах колісних пар при їх поточному ремонті (звичайне обстеження) необхідно проводити сухим механізованим способом для виключення потрапляння вологи в буксові вузли.

Піскоструменеве очищення здійснюється спрямованим потоком стисненого повітря з піском. Суміш повітря з піском подається під тиском 0,3-0,4 МПа (3-4 кг/см²) у спеціальні сопла і далі на колісну пару. Піскоструменевий спосіб забезпечує хорошу якість очищення, однак має ряд недоліків, у тому числі необхідність прийняття особливих заходів для створення нормальних санітарно-гігієнічних умов для працівників, що обмежує його застосування.

Струменево-гідрравлічний спосіб очищення характеризується використанням кінетичної енергії направлених струменів лужного розчину або чистої води під тиском для очищення колісних пар. Спосіб широко використовується в різних мийних машинах.

Гідромеханічний спосіб очищення являє собою поєднання механічного і струменево-гідрравлічного способів, коли в мийних машинах для очищення колісних пар використовуються механічні пристрої, наприклад обертальні щітки або віброочисні механізми, спільно зі спрямованими струменями гарячого лужного розчину або холодної води під високим тиском.

Найбільшого поширення для очищення колісних пар отримали струменево-гідрравлічний і гідромеханічний способи.

Очищення та обмивання колісних пар здійснюються в обмивальному відділенні або на спеціальній площадці, які обладнуються мийними установками для обмивання й очищення колісних пар; вантажопідйомними механізмами і транспортувальними пристроями для навантаження і вивантаження колісних пар;

Очищення колісних пар здійснюється в мийних машинах, у яких застосовуються струменево-гідрравлічний і гідромеханічний способи очищення, а також вищевказані способи в поєднанні з механізованими установками попереднього очищення.

Колісні пари, що вимагають середнього ремонту (повне обстеження), після сухого очищення і демонтажу буксових вузлів мають бути обмитими.

Очищення та обмивання елементів колісних пар виконують у мийних машинах камерного типу (рис. 7.6).



Рис. 7.6. Мийна машина для колісних пар

Принципова схема типової однокамерної машини для обмивання колісних пар наведена на рис. 7.7. Машина складається з герметичної камери 3, входних 2 і вихідних 7 дверей, зв'язаних через систему тросів з пневматичним приводом піднімання і опускання дверей.

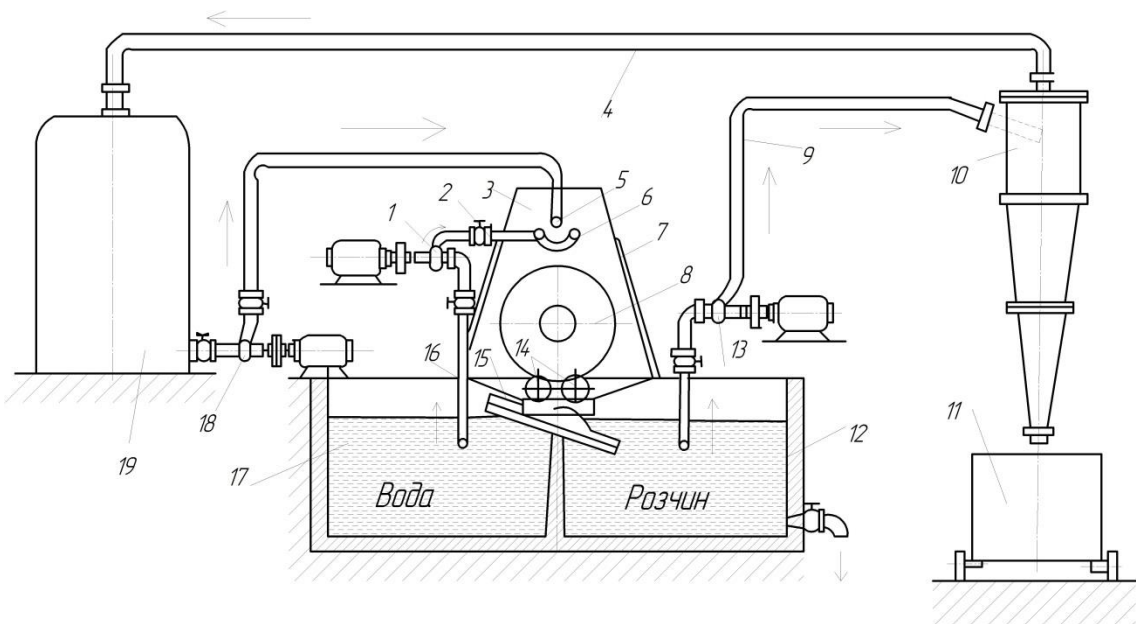


Рис. 7.7. Принципова схема однокамерної мийної машини

Також до неї входять механізми обертання колісної пари 14 і її виштовхування з мийної машини, душова система у вигляді декількох вигнутих по контуру колісної пари труб з нерухомими соплами, що складається з труб 5 для обмиванням розчином і труб 6 для обмивання гарячою водою, насоси 18 і 1 з електродвигунами для подачі в душову систему відповідно розчину і гарячої води.

Машина має відстійник 12 для розчину каустичної соди, зв'язаний через насос 13 і трубопровід 9 з типовим гідроциклоном 10 для очищення використаного розчину. Гідроциклон 10 з'єднаний трубопроводом 4 з резервуаром 19, де здійснюється підігрів розчину до температури 80-90 °С.

Машина містить також відстійник 17 для води, зв'язаний через патрубок 16 з насосом 1. У відстійнику 17 вода підігрівається до температури 50-60 °С, очищується, а потім повторно використовується для ополіскування колісної пари 8.

Для збору забруднень, що випадають з гідроциклона 10, використовується ємність 11. Для направлення розчину і води у відстійники 12 і 17 машина забезпечена регулятором зливу 15.

Розчин і вода нагріваються через парозмішувач і обігрівальні батареї за допомогою сухої пари. Машина обладнана витяжною вентиляцією і пультом управління. Концентрація мийного розчину складає в середньому від 2 до 4 %.

Описана мийна машина працює так. У відкриті двері 2 колісна пара 8 вкочується в камеру 3 на ролики механізму обертання 14, потім двері 2 і 7 закриваються, і колісна пара приводиться в обертання. Миючий розчин з резервуара 19 насосом 18 подається в труби 5 і під тиском струменів до 1 МПа (10 кгс/см²) обмиває колісну пару, одночасно використаний розчин з відстійника 12 насосом 13 по трубопроводу 9 подається в гідроциклон 10 для очищення. Очищений розчин по трубопроводу 4 надходить у резервуар 19. Після обмивання колісної пари 8 миючим розчином насос 18 припиняє його подачу, регулятор зливу 15 перекриває отвір для зливу у відстійник 12 і відкриває отвір у відстійник 17. Підігріта вода з відстійника 17 подається насосом 1 в труби 6, і відбувається ополіскування колісної пари водою, після чого двигун насоса 1 вимикається, двері 2 і 7 піднімаються, механізм обертання 14

зупиняється, і обмита колісна пара викочується з камери 3, а на її місце надходить інша колісна пара, і цикл обмивання повторюється. Час обмивання колісної пари складає 8-10 хв.

Досвід експлуатації таких машин показує, що вони мають такі недоліки: ненадійна робота гідроциклонів, внаслідок чого швидко забруднюється розчин і виходять з ладу насоси; не завжди досягається висока якість очищення колісних пар, особливо середніх частин осей; має місце змішування миючого розчину і води в процесі обмивання, недостатньо висока продуктивність машин.

Для підвищення якості очищення колісних пар однокамерні мийні машини, описані вище, додатково оснащують пристроями для механічного очищення середніх частин осей. Для цього застосовують металеві щітки, що обертаються, або віброщітки чи скребачки. Щітки приводяться в обертання системою ланцюгових передач від провідного коткового вала, а переміщення їх уздовж осі колісної пари здійснюється від пневмоциліндра за допомогою тросового привода. Крім того, щітки мають вертикальне переміщення, що дозволяє очищувати осі колісних пар з різними діаметрами коліс. Застосування механічних пристроїв для очищення елементів колісних пар у мийних машинах зменшує час очищення і підвищує її якість.

З метою підвищення продуктивності обмивання і виключення змішування розчину каустичної соди з водою в процесі обмивання застосовують двокамерні мийні машини. Відмінною особливістю такої машини є одночасність обмивання двох колісних пар: в одній камері – розчином каустичної соди, в іншій – гарячою водою.

Принципова схема двокамерної мийної машини наведена на рис. 7.8.

Вона складається з камери 3 для обмивання колісних пар 1 розчином каустичної соди, камери 7 для обмивання їх водою, двох піднімальних ковпаків 5, що забезпечують герметичне закриття камер у процесі обмивання, щіткового пристрою 4 для очищення середньої частині осі, рампи з хитними соплами 10 для подачі миючих засобів під тиском, привода 8 обертання колісної пари, привода 11 зворотного-поступального руху рампи і повороту сопел на встановлений кут, пневмоциліндрів 2 для піднімання і

опускання ковпаків за допомогою тросів і відсікачів 9, що забезпечують розділення колісних пар однієї від іншої і подачу їх у камери по похилому шляху. Машина обладнана витяжною вентиляцією 6.

Двокамерна мийна машина працює так. Колісні пари 1 після спрацьовування відсікачів 9 одночасно надходять у камеру 3 для обмивання розчином і в камеру 7 для ополіскування водою.

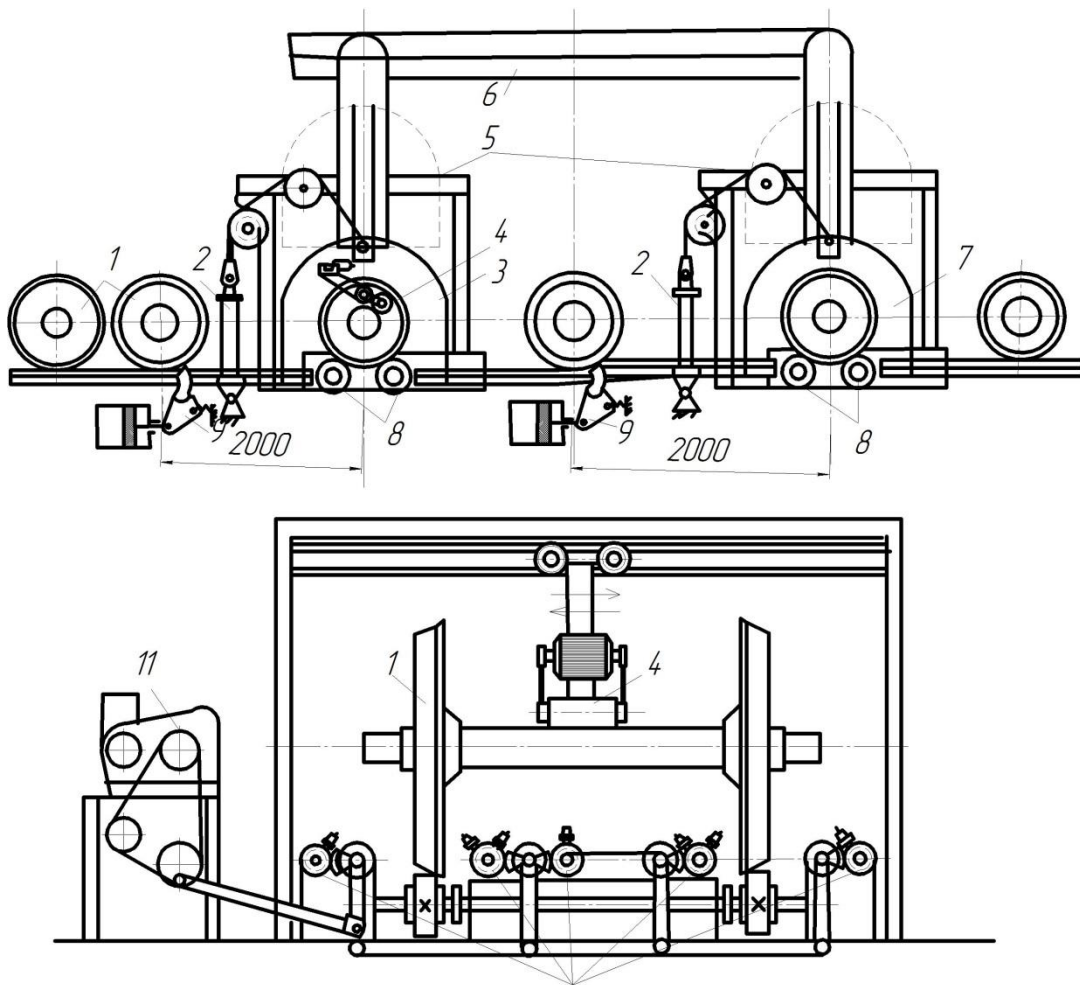


Рис. 7.8. Схема двокамерної мийної машини

Після установа колісних пар на ролики механізмів обертання спрацьовують пневмоциліндри 2 і опускаються ковпаки 5, а потім починається обертання колісних пар і обмивання їх у камерах 3 і 7. При цьому включається привод 11 зворотного-поступального руху рампи хитних сопел і привод обертання подовжнього переміщення щіткового пристрою 4. У

камері 3 хитні сопла 10 обмивають колісну пару 1 струменями гарячого миючого розчину під тиском 1-1,5 МПа (10-15 кгс/см²), а в камері 7 в цей же час відбувається обмивання гарячою водою іншої колісної пари, що раніше обмита розчином каустичної соди. Після обмивання колісних пар ковпаки 5 піднімаються, приводи рампи 11, обертання колісних пар 8 і щіткового пристрою 4 вимикаються і колісні пари виштовхуються з камер 3 і 7, а потім спрацьовують відсікачі 9, і цикл повторюється.

Застосування хитних сопел дозволяє скоротити загальну кількість стаціонарних сопел і отримати достатньо потужні струмені при порівняно невисокій витраті миючих засобів. До недоліків двокамерної машини слід віднести значні енергетичні витрати, а також великі займані виробничі площі порівняно з однокамерними машинами.

Описані однокамерні і двокамерні мийні машини вимагають застосування каустичної соди для приготування миючого розчину і додаткової теплової енергії для підігріву розчину і води.

Не вимагають застосування соди і підігріву води мийні машини, засновані на використанні для обмивання колісних пар холодної води під високим тиском. Мийна машина такого типу виконана у вигляді прямокутної камери 10 (рис. 7.9), забезпеченої входними і вихідними дверима, які піднімаються й опускаються електроприводом із загальною ланцюговою передачею.

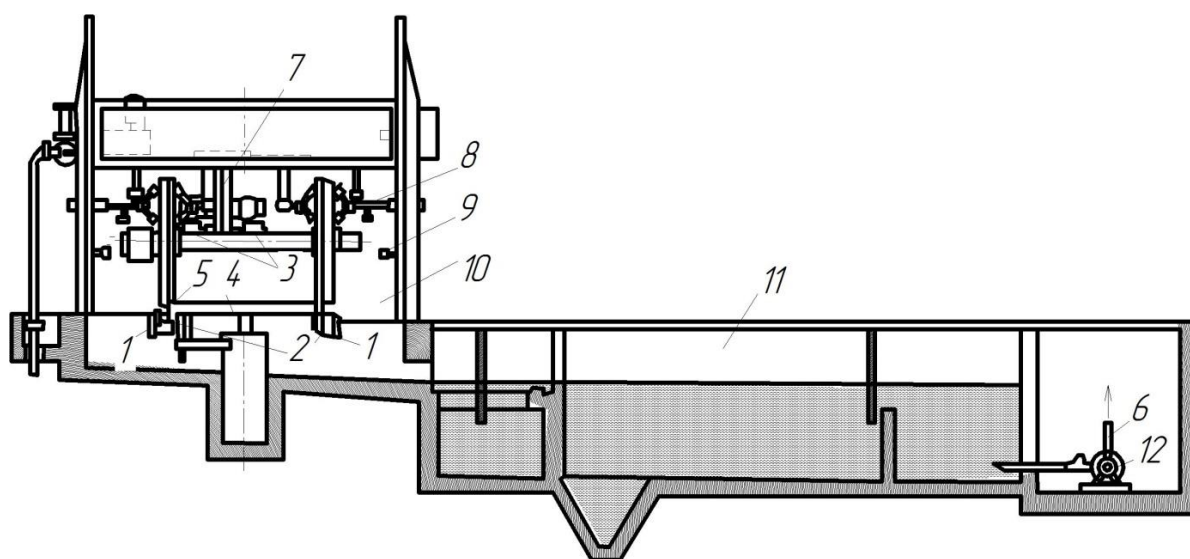


Рис. 7.9. Схема мийної машини для обмивання колісних пар водою під високим тиском

Через камеру прокладена похила рейкова колія 2, що забезпечує вкочування в машину і викочування з неї колісної пари. На рейковому шляху є пристрій 1 для фіксації і скочування колісної пари. Машина забезпечена гідропідйомником 4 з приводними опорними роликми 5 для колісної пари, системою обмивальних пристроїв у вигляді чотирьох обертальних струменевих головок 8 і шести нерухомих сопел 9. Головки служать для обмивання коліс і середньої частині осі, а нерухомі сопла – для обмивання шийок осі. Для механічного очищення середньої частині осі машина оснащена пристроєм 7, що складається з двох спарених поворотних кронштейнів, на яких закріплені круглі щітки 3 зі сталевого дроту.

Щітки 3 забезпечені індивідуальними електроприводами, які забезпечують обертання і зворотно-поступальне переміщення їх уздовж осі колісної пари. Подача води до головок і сопел під тиском 4 МПа (40 кгс/см²) проводиться багатоступінчатим відцентровим насосом 12 по трубопроводу 6 з відстійника 11. Машина може працювати в автоматичному режимі.

Технічна характеристика машини

Встановлена потужність, кВт	48
Потужність приводного двигуна нагнітального водяного насоса, кВт	45
Подача насоса, м ³ /год	21
Тиск, МПа (кгс/см ²)	4 (40)
Габаритні розміри, мм	2000×4000×3000
Маса, кг	3500

Мийна машина працює так. Колісна пара по похилому шляху 2 вкочується в камеру 10 і фіксується пристроєм 1. Двері камери закриваються, колісна пара піднімається гідропідйомником 4 і приводиться в обертання. Включаються насос 12 високого тиску, електродвигуни пристрою 7 для очищення середньої частини осі і струменеві головки 8, і подається з сопел вода. Після обмивання колісної пари насос 12

вимикається, і припиняється подача води, вимикаються електродвигуни струменевих головок 8 і пристрої 7, колісна пара опускається гідропідйомником 4, двері камери відкриваються, і за допомогою пристрою 1 колісна пара видаляється з камери машини. Далі цикл повторюється.

Пристрій для фіксації і скочування колісної пари (рис. 7.10) виконано у вигляді нерухомого фіксуючого упора, закріпленого на головці рейки 4, блокуючого упора 3, забезпеченого противагою 5, поворотного відносно осі 6 і спускного клина 2, що має можливість вільно відкидатися від рейки колісної пари, що котиться, за рахунок відігнутого вусовика 7 і притискатися до рейки піднятою колісною парою.

При перекидуванні колісної пари блокуючий упор 3 повертається і пропускає колісну пару до фіксуючого упора 1 і потім, повертаючись за рахунок противаги у вихідне положення, замикає її. Одночасно спускний клин 2 відкидається у бік. Коли гідропідйомник підніме колісну пару, спускний клин 2 повертається у вихідне положення і притискається до головки рейки.

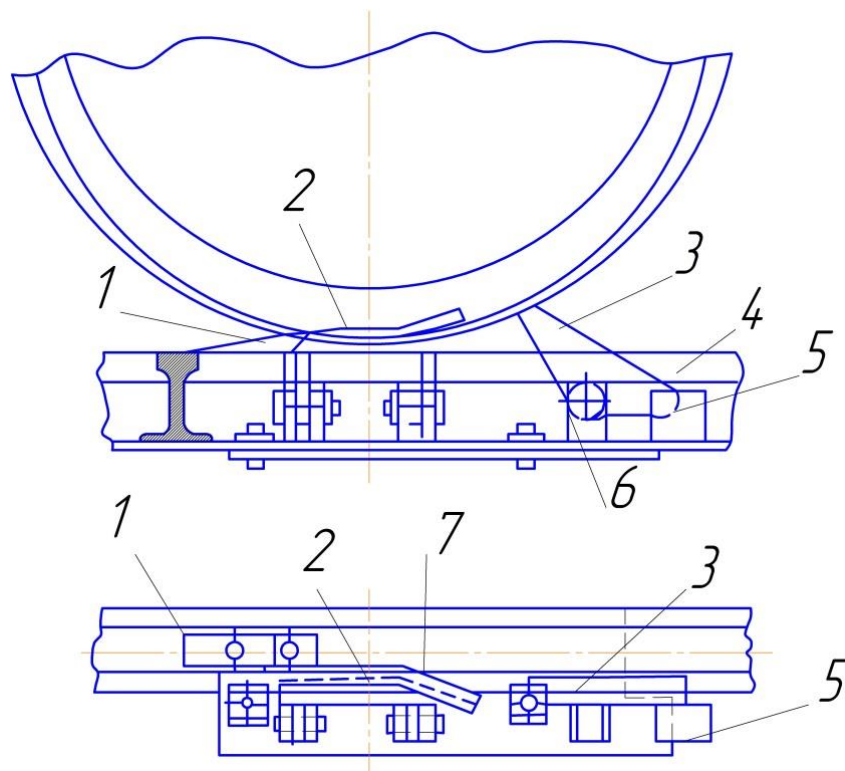


Рис. 7.10. Пристрій для фіксації та скочування колісної пари

Спускний клин 2 разом з упором 1 утворюють "гірку", по якій скочується колісна пара, коли гідропідйомник опустить її. Продуктивність мийної машини становить до 120 колісних пар за зміну при загальному часі циклу 3-4 хв.

Всі описані мийні машини мають можливість наскрізного проходження колісної пари при обмиванні і можуть встановлюватися в потокові лінії ремонту колісних пар.

Для прискорення очищення колісних пар широко впроваджуються автоматичні потокові лінії, де подача і очищення колісних пар виконується без участі працівників.

На відповідних місцях колісної пари крейдою наносять остаточну умовну розмітку виду ремонту, а на бракованих елементах ставлять знак "Б" (брак). Якщо колісні пари, що пройшли очищення й остаточний огляд, з будь-яких причин направляються в робочий парк для відстою, умовну розмітку виконують фарбою.

7.4. Неруйнівний контроль елементів колісних пар

Для виявлення в елементах колісних пар тріщин та інших дефектів, що загрожують безпеці руху поїздів, на початку і наприкінці технологічного процесу ремонту колісних пар передбачено неруйнівний контроль (НК).

При капітальному, середньому і поточному ремонті колісних пар їхні елементи піддають неруйнівному контролю (НК):

- магнітопорошковим методом (МПК);
- вихорострумовим методом (ВСК);
- ультразвуковим методом (УЗК).

НК колісних пар вагонів на підприємстві виконують дефектоскопісти, призначені наказом керівника підприємства. Вони повинні пройти відповідну професійну підготовку в навчальних закладах і витримати кваліфікаційний іспит на право виконання робіт з відповідного методу НК.

Дефектоскопісти забезпечують підготовку до роботи і щоденне технічне обслуговування засобів НК відповідно до вимог експлуатаційних документів; проведення НК деталей відповідно до вимог нормативної документації; оформлення результатів НК в журналі форми ВУ-53.

НК на вагоноремонтних підприємствах проводиться за операційними або технологічними картками, затвердженими головним інженером підприємства.

Перелік елементів колісних пар, що підлягають тим чи іншим методам НК при всіх видах ремонту колісних пар, наведено в табл. Д.2.5.

Для проведення НК колісних пар на вагоноремонтному підприємстві організовано спеціалізовані робочі місця у відповідності з вимогами нормативної документації, а також нормами техніки безпеки, пожежної безпеки та промислової санітарії.

Робоче місце для НК колісних пар доцільно розміщувати з урахуванням наявних підйомно-транспортних засобів і організовувати дефектоскопію елементів так, аби була забезпечена зручність користування органами управління та індикації дефектоскопа, а також візуального спостереження за процесом розміщення колісних пар на позиції контролю.

Робоче місце для НК колісних пар обладнується відповідними засобами контролю. На рис. 7.11 зображена автоматизована установка для комплексного НК колісних пар вагонів СНК КП-8.3.

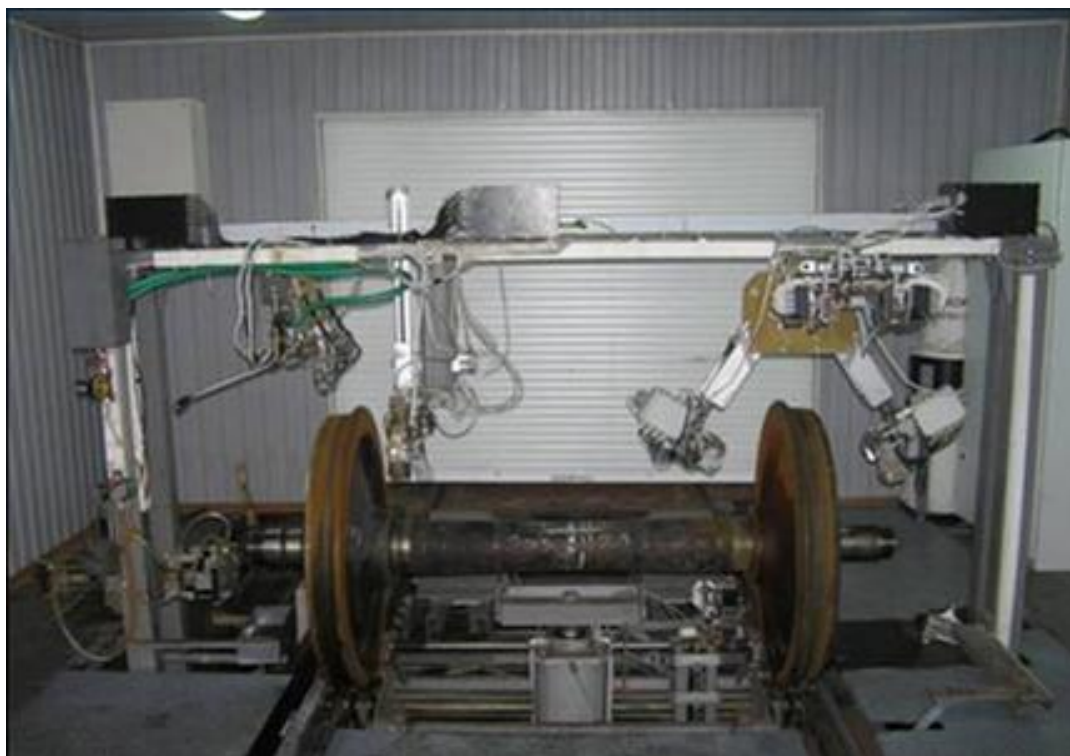


Рис. 7.11. Установка комплексного контролю колісних пар вагонів

Вона обладнана допоміжними засобами вимірювальної техніки та обладнання, а також необхідним технологічним устаткуванням згідно з вимогами технологічної документації:

- підйомно-транспортними механізмами, що забезпечують переміщення й установа на позицію контролю колісних пар;
- стендом для обертання колісних пар;
- стендами, столами, стелажми для розміщення дефектоскопів, деталей і допоміжного обладнання;
- металевою шафою, у якій зберігаються дефектоскопи, обладнання та інструменти, передбачені технологічним процесом;
- металевою шафою для зберігання гасу, трансформаторного мастила, які застосовуються для приготування магнітної суспензії;
- металевим ящиком з кришкою, яка щільно закривається, для зберігання обтирального матеріалу;
- ємностями для дефектоскопічних матеріалів.

Для перевірки справності і працездатності дефектоскопів і якості магнітних індикаторів на ділянці неруйнівного контролю повинні бути в наявності атестовані та настроювальні зразки, виготовлені зі сталі, за своїми магнітними характеристиками близькі до сталі деталі, що контролюється.

Для забезпечення електричного живлення до робочого місця повинна бути підведена трифазна мережа змінного струму напругою 380/220 В (50 Гц) для підключення дефектоскопів і мережею 12 або 36 В для підключення переносних світильників та електроінструменту, а також шина захисного заземлення.

Освітленість поверхні елементів колісної пари в зоні контролю повинна бути не менше 1000 лк при проведенні МПК та 500 лк при проведенні НК іншими методами. При цьому необхідно застосовувати комбіноване освітлення (загальне і місцеве). Для місцевого освітлення застосовують переносні світильники з непрозорим відбивачем.

Екрани, дисплеї, цифрові індикатори дефектоскопів повинні бути захищені від прямого потрапляння світла на них.

Крім вищевказаного, на ділянці неруйнівного контролю повинні бути:

- ручні пневматичні або ручні електричні шліфувальні машини обертальної дії з номінальною напругою живлення не більше 36 В;
- стіл для реєстрації результатів контролю;
- технологічні карти контролю колісних пар і їхніх деталей;
- шкурка шліфувальна водостійка;
- лупа кратністю збільшення не менше чотирьох;
- вимірювальні засоби для оцінювання дефектів у відповідності з технологічним процесом ремонту;
- молоток слюсарний;
- щітка металева;
- щітка волосяна;
- скребачки металева і пластмасова;
- обтиральний матеріал;
- крейда кольорова.

Температура навколишнього повітря на місці проведення НК повинна бути в межах від плюс 5 до плюс 40 °С.

У практиці неруйнівного контролю елементів колісних пар набув найбільшого поширення магнітопорошковий метод.

Магнітопорошковий метод неруйнівного контролю (МПК) базується на притягуванні магнітних частинок магнітним полем розсіювання, що виникає над дефектом при намагнічуванні елементів колісних пар.

При МПК виявляються поверхневі дефекти типу порушення суцільності металу, наприклад тріщини різного походження, флокени, закати, надриви, волосовини, розшарування.

Чутливість МПК методу визначається магнітними характеристиками об'єкта контролю, його формою, розмірами; шорсткістю поверхні; напруженістю намагнічуючого поля; режимом намагнічування; місцем розташування та орієнтацією дефектів; властивостями дефектоскопічних матеріалів (магнітного порошку або суспензії); взаємним напрямком намагнічуючого поля та дефекту.

Розрізняють два основних способи дефектоскопії деталей методом магнітного порошку. Один спосіб передбачає нанесення порошку на деталь під час її намагнічування, тобто в данному магнітному полі, а інший – на деталь, що має залишкову намагніченість.

При проведенні МПК колісних пар повинні застосовуватись дефектоскопи, які мають сертифікат відповідності засобів вимірювальної техніки затвердженого типу згідно з ДСТУ 3400 або свідоцтво про метрологічну атестацію згідно з ДСТУ 3215.

До складу дефектоскопа входять блок управління; намагнічуючі пристрої (соленоїди, електромагніти, сідлоподібні намагнічуючі пристрої, гнучкі струмопровідні кабелі, струмопровідні стрижні, електроконтакти та ін.); допоміжні пристрої та пристосування.

До складу допоміжних приладів належать прилади для перевірки режиму намагнічування та розмагнічування деталей; прилади та пристрої для перевірки виявленої здатності магнітних індикаторів.

Для перевірки режиму намагнічування деталей і ступеня їх розмагнічування (перевірка напруженості магнітного поля) застосовуються мілітесламетри та магнітометри.

Перевірка якості магнітних індикаторів проводиться за допомогою приладу МФ-10СП, тест-об'єкта "ДИАГМА-ИД-2" або СЗП та КЗ.

Пристрої для нанесення на поверхню контролю магнітних індикаторів повинні бути виготовлені з немагнітних матеріалів (пластик, алюміній, мідь, латунь та ін.).

Для нанесення магнітних суспензій застосовуються пластикові пляшки, фляжки, лійки, розпилювачі та ін.

Нанесення сухих магнітних порошків виконується за допомогою розпилювачів – пластмасових ємностей з кришкою, на яку встановлена дротяна (латунна) сітка з розміром отворів від 0,5 до 1,0 мм.

Всі ці пристрої повинні забезпечувати рівномірне нанесення тонкого шару магнітного індикатора на поверхню деталі.

Для збирання магнітних індикаторів при контролі використовуються ванночки, піддони, які також повинні бути з немагнітного матеріалу.

У якості магнітних індикаторів використовуються сухі магнітні порошки та суспензії.

Для приготування суспензій застосовують концентрати магнітних суспензій або сухі магнітні порошки.

У якості дисперсійного середовища для приготування магнітних суспензій використовується вода з кондиційними добавками, технічні оливи, гас, а також суміші оливо з гасом.

Дисперсійне середовище магнітних суспензій повинне бути чистим, прозорим і забезпечувати хороше змочування поверхні контролю.

Для забезпечення необхідного контрасту та доброї видимості дефектів при контролі елементів колісної пари рекомендується для елементів зі світлою поверхнею застосовувати чорні магнітні порошки, а для деталі з темною поверхнею – кольорові порошки.

Підготовка до роботи засобів контролю виконується у відповідності з вимогами експлуатаційних документів на них.

Підготовка засобів МПК включає зовнішній огляд і підготовку до роботи дефектоскопа, намагнічуючого пристрою, допоміжних засобів; перевірку наявності на робочому місці устаткування, матеріалів і пристосувань; приготування та перевірку магнітних індикаторів; перевірку працездатності засобів контролю.

При зовнішньому огляді дефектоскопа, намагнічуючого пристрою та допоміжних засобів перевіряють відсутність зовнішніх пошкоджень корпусу блока, сполучних кабелів і намагнічуючих пристроїв; надійність з'єднання корпусу дефектоскопа з контуром заземлення; справність перемикачів і тумблерів на панелях управління; справність рухомих вузлів (вантажопідйомних механізмів, кантувачів, механізмів переміщення соленоїдів, затискачів електроконтактів).

Перевірку працездатності дефектоскопа проводять за допомогою способу прикладеного поля зі штучними дефектами або контрольних зразків з експлуатаційними дефектами у такому порядку: контрольний зразок розмагнітити; перевірити якість розмагнічування нанесенням магнітної суспензії (порошку) на зразок. При цьому на зразку не повинен утворюватися індикаторний рисунок дефекту у вигляді валика порошку. Допускається незначне накопичення магнітних частинок у зоні дефекту; зразок намагнітити, нанести на його поверхню магнітний індикатор і порівняти індикаторний рисунок на зразку з дефектограмою, наведеною в паспорті контрольного зразка; якщо

індикаторні рисунки збігаються, то засоби контролю вважати працездатними; якщо індикаторний рисунок нечіткий (розмитий, з фоном, утворився не по всій довжині дефекту) або не утворився зовсім, то це вказує на те, що засоби контролю непрацездатні.

Перед проведенням контролю рекомендується протерти поверхню, що підлягає контролю, обтиральним матеріалом, змоченим у суспензії або чистій воді для рівномірного нанесення суспензії при контролі.

Поверхні деталей, які контролюються з використанням сухого магнітного порошку, повинні бути сухими і очищеними від масляного забруднення, щоб виключити можливість налипання частинок порошку.

Перед початком НК необхідно зробити візуальний контроль деталі з метою виявлення видимих дефектів: тріщин, рисок, забоїн, задирок, електричних опіків та ін. Якщо дефекти, виявлені при огляді, не підлягають усуненню і не допускають подальшої експлуатації колісної пари, то МПК не проводиться.

Проведення МПК включає такі технологічні операції:

- намагнічування деталі;
- нанесення магнітного індикатора;
- огляд контрольованої поверхні і реєстрація індикаторних рисунків дефектів;
- оцінювання результатів контролю;
- розмагнічування (за необхідності).

МПК проводиться двома способами: способом прикладеного поля або способом залишкової намагніченості.

При контролі способом прикладеного поля операції намагнічування деталі і нанесення суспензії виконують одночасно. При цьому індикаторні рисунки дефектів, що виявляються, утворюються в процесі намагнічування.

При контролі способом залишкової намагніченості деталь попередньо намагнічують, а потім, після зняття намагнічуючого поля, на його поверхню наносять магнітний індикатор. Огляд контрольованої поверхні проводять після стікання основної маси суспензії.

При проведенні неруйнівного контролю елементів колісної пари магнітопорошковим методом застосовуються подовжнє (полюсне) і (або) циркулярне намагнічування.

Спосіб намагнічування визначається місцем розташування і напрямком очікуваних дефектів. При намагнічуванні деталі слід враховувати, що найкраще виявляються дефекти, напрямком яких перпендикулярний або близький до перпендикулярного, напрямку силових ліній магнітного поля. А якщо кут між напрямком силових ліній магнітного поля та напрямком дефектів менший 30° , то дефекти можуть виявлятися нечітко.

Магнітні індикатори наносяться на контрольовану поверхню колісної пари сухим або мокрим способом.

Магнітну суспензію наносять шляхом поливу слабким струменем, щоб не змити магнітні частинки, які осіли над дефектом.

Перед нанесенням суспензію необхідно перемішати, щоб магнітні частинки рівномірно розподілилися в дисперсійному середовищі.

Сухий магнітний порошок наносять на контрольовану поверхню за допомогою розпорошувача рівномірно тонким шаром. Розпорошувач при цьому повинен рухатись зигзагоподібно з кроком приблизно 30 мм з відстані від 40 до 60 мм до поверхні, що контролюється.

При намагнічуванні сухий порошок рухається по поверхні деталі та накопичується поблизу намагнічуючого пристрою. На ділянку поверхні, де порошку недостатньо, слід додати його, а надлишки здувати слабким потоком повітря (гумовою грушею).

При ввімкненому соленоїді порошок слід наносити в межах зони достатньої намагніченості в напрямку до намагнічуючого пристрою.

Огляд контрольованої поверхні проводиться після стікання основної маси суспензії, а при використанні магнітного порошку – під час намагнічування.

Огляд контрольованої поверхні проводиться візуально. При візуальному огляді можуть бути використані оптичні пристрої (лупа).

Свідченням наявності можливого дефекту деталі є утворення на її поверхні індикаторного рисунка. Якщо на поверхні утворився характерний індикаторний рисунок у вигляді чіткого валика магнітного порошку, що свідчить про наявність дефекту, то деталь необхідно протерти, розмагнітити і повторити

контроль. Повторне утворення валика магнітного порошку на тому самому місці свідчить про наявність тріщини. Кожен виявлений дефект необхідно відмічати крейдою, фарбою або кольоровим олівцем (маркером). Довжину дефекту приймають рівною довжині валика магнітного порошку.

Розмагнічування деталей виконується змінним магнітним полем, яке зменшується від максимального значення до нуля. Якщо дефектоскоп має режим автоматичного розмагнічування, то розмагнічування здійснюється згідно з вказівками експлуатаційного документа. Після розмагнічування з поверхонь колісної пари необхідно видалити залишки магнітного індикатора. Залишки суспензії видаляються за допомогою обтирального матеріалу або обмиванням водою (за необхідності з миючими засобами). Магнітний порошок, нанесений сухим способом, видаляється за допомогою волосяної щітки, обтирального матеріалу.

Вихорострумний метод неруйнівного контролю (ВСК) ґрунтується на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться в об'єкті контролю зовнішнім полем.

Принцип дії вихорострумних дефектоскопів заснований на збудженні в контрольованому об'єкті вихрових струмів за допомогою вихорострумного перетворювача.

Вихорострумний перетворювач являє собою котушки індуктивності (одну або декілька), які підключені до джерела змінного струму. Струм, діючий у котушці, утворює змінне електромагнітне поле, яке наводить у вихорострумному перетворювачу електрорушійну силу самоіндукції.

При встановленні вихорострумного перетворювача на поверхню, що контролюється, синусоїдний або імпульсний струм, діючий у котушці, утворює електромагнітне поле, яке збуджує вихрові струми в поверхневому прошарку металу контрольованої деталі. Вихрові струми у свою чергу створюють власне (вторинне) магнітне поле, що впливає на котушку вихорострумного перетворювача, наводячи в ній вихорострумну (сторонню) електрорушійну силу самоіндукції. Обидві електрорушійні сили самоіндукції в підсумку формують на котушці результуючу напругу. На бездефектній поверхні та

поверхні з дефектом вихрові струми мають різну величину, тому, вимірюючи амплітуду і (або) фазу результуючої напруги, можна визначити стан поверхневого прошарку металу контрольованої деталі, у тому числі наявність дефекту.

Параметри вихрових струмів залежать від багатьох чинників, у тому числі від електромагнітних властивостей поверхневого прошарку контрольованого матеріалу, частоти і форми збуджуючого струму.

Вихрові струми збуджуються безпосередньо під вихоро-струмовим перетворювачем, встановленим на контрольовану поверхню, і проникають на глибину до декількох міліметрів.

Вихорострумовий метод неруйнівного контролю призначений для виявлення поверхневих дефектів, наприклад волосовин, тріщин від втоми і гартівних тріщин в ободах коліс, приобідній зоні диска, переході від диска до маточини, на краю маточини, гребеня.

При проведенні ВСК не виключені помилки, до яких належать пропускання та виявлення хибних дефектів. Ці помилки викликані такими перешкодами: шорсткість поверхні, що контролюється; локальні зміни електромагнітних властивостей металу; зміни зазора між ВСП та поверхнею, що контролюється; зміна кривизни контрольованої поверхні

До засобів ВСК належать вихорострумовий дефектоскоп; стандартні зразки підприємства (постачаються в комплекті з дефектоскопом) і контрольні зразки.

До складу вихорострумових дефектоскопів входять електронний блок; вихорострумовий перетворювач.

Для перевірки справності і працездатності дефектоскопів на ділянці неруйнівного контролю застосовуються стандартні зразки підприємства, які входять до комплекту дефектоскопа, і контрольні зразки.

Підготовка засобів ВСК включає підготовку до роботи дефектоскопа та допоміжних засобів (вантажопідйомних механізмів, стендів, освітлювальних приладів); перевірку наявності на робочому місці устаткування, матеріалів і пристосувань.

Підготовка дефектоскопа включає зовнішній огляд дефектоскопа; перевірку його працездатності; налаштування чутливості за допомогою стандартних зразків підприємства. При

зовнішньому огляді перевіряють відсутність пошкоджень корпусу електронного блока, сполучних кабелів і вихорострумowego перетворювача; надійність з'єднання проводу заземлення з контуром заземлення; справність перемикачів і тумблерів на панелях управління. Перевірка працездатності дефектоскопа та його настроювання проводяться у відповідності з експлуатаційною документацією на початку кожної робочої зміни перед проведенням НК.

Схеми сканування елементів коліс виконуються у відповідності з керівництвом з експлуатації дефектоскопа. Кількість проходів вихорострумowego перетворювача по зоні контролю і крок сканування регламентується нормативною документацією на контроль та експлуатаційною документацією на дефектоскоп. Основні дефекти елементів коліс і критерії їх бракування встановлюються нормативною документацією.

Сканування зони контролю проводиться плавним переміщенням вихорострумowego перетворювача без відриву від контрольованої поверхні.

Якщо при скануванні вихорострумowego перетворювача спрацювала індикація, то необхідно переконатися в тому, що вона викликана дефектом, а не є наслідком перекоосу, обертання, відриву вихорострумowego перетворювача від поверхні чи пов'язана з шорсткістю поверхні. Для цього необхідно виконати не менше трьох-чотирьох проходів вихорострумowego перетворювача по цій ділянці. Якщо спрацьовування індикаторів не повторюється, необхідно продовжувати контроль. У випадку повторного спрацьовування індикації необхідно додатково провести вихорострумований перетворювач по місцю появи сигналу, знайти точку максимуму і відзначити її крейдою на поверхні. Виконати декілька паралельних проходів вихорострумowego перетворювача зліва і справа від крейдової відмітки, знову фіксуючи крейдою місця максимумів. Якщо відмітки вишикуються в лінію, то це є ознакою дефекту і визначає його довжину. Паралельні проходи необхідно робити до припинення спрацьовування індикації. Якщо поруч, у межах від 5 до 10 мм, спрацьовування індикації не повторюється, то можна припустити, що є локальна зміна електропровідності металу. Якщо ж спрацьовування індикації повторюються і нема видимих

перешкод, то необхідно, повільно переміщуючи вихорострумний перетворювач, простежити за характером відхилення стрілки приладу. На тріщині стрілка різко відхилиться і відразу після перетинання тріщини повернеться у вихідне положення. У разі локальної зміни електропровідності металу максимальне відхилення стрілки буде спостерігатися на ділянці більше 10 мм.

При виявленні дефекту треба провести вимірювання його довжини лінійкою і зафіксувати його характер (поперечний, подовжній, похилий). Місце і межі дефекту окреслити крейдою.

Ультразвукова дефектоскопія заснована на здатності ультразвукових коливань розповсюджуватися в металі на великі відстані у вигляді спрямованих пучків і відбиватися від поверхні різних дефектів, що являють собою порушення суцільності металу. Це дає можливість впевнено виявляти подібні дефекти навіть при глибокому їх заляганні, тобто коли застосування інших способів не дає бажаного результату.

При ультразвуковій дефектоскопії застосовують ехо-імпульсний метод. Цим методом контролюють осі колісних пар і оцінюють структуру матеріалу.

Ехо-імпульсний метод заснований на явищі відбиття ультразвукових хвиль від поверхні дефекту і реєстрації відображених сигналів (рис. 7.12).

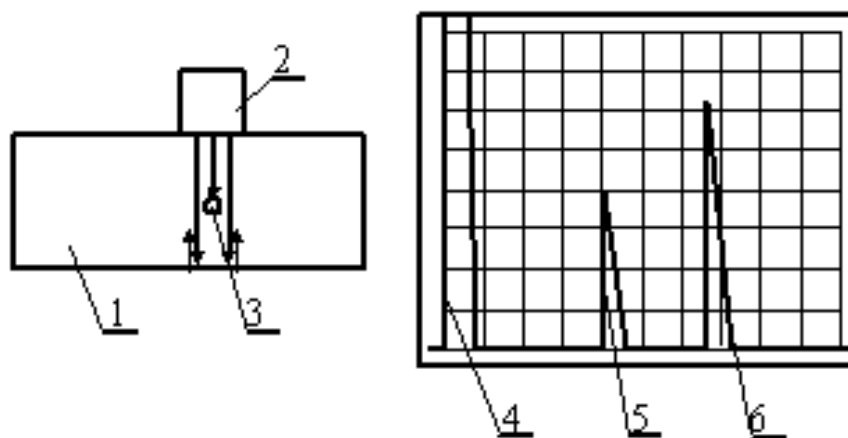


Рис. 7.12. Схема контролю ехо-імпульсним методом:
1 – контрольована деталь; 2 – ПЕП; 3 – дефект; 4 – зондуєчий імпульс; 5 – ехо-сигнал від дефекту; 6 – донний сигнал

З цією метою в контрольований виріб випромінюється послідовність коротких ультразвукових імпульсів. Випромінювані ультразвукові імпульси називають "зондуючими". Ознакою дефекту є наявність ехо-сигналу, відображеного від несучільності. Відбиті ультразвукові імпульси несуть інформацію про наявність якогось відбивача, його віддаленість від випромінювача і його розміри. Розміри і місце розміщення дефекту оцінюють за амплітудою і часом затримки (положенням на екрані) відбитого ехо-сигналу.

Широке розповсюдження методу обумовлене простотою його реалізації, високою чутливістю до виявлення багатьох типів дефектів і можливістю одностороннього доступу до виробу. До недоліку даного методу можна віднести наявність неконтрольованої мертвої зони, розташованої під п'єзоелектричним перетворювачем (ПЕП).

Відстань до відбивача при контролі ехо-методом може бути визначена з високою мірою точності. Оскільки заздалегідь відомі тип ультразвукової хвилі і швидкість C її розповсюдження в матеріалі контрольованої деталі, то шлях, пройдений ультразвуковим імпульсом від випромінювача до відбивача і назад, складає

$$2r = C \cdot t, \quad (7.1)$$

де t – час затримки прийнятого відбитого імпульсу відносно зондуєчого;

r – відстань від випромінювача до відбивача.

Повний час затримки t складається з декількох складових. Такими складовими, окрім часу пробігу ультразвуку у виробі, є час пробігу ультразвуку через протектор (або призму) перетворювача, через шар контактної рідини, а також час затримки в електронному блоці дефектоскопа. Проте практично величинами цих затримок можна нехтувати порівняно з часом пробігу ультразвукового імпульсу в контрольованому виробі.

Ультразвук передається у виріб у формі короткочасних вібруючих ударів, які створюються п'єзоелементами під дією електричних імпульсів. Ці удари, які являють собою імпульси

пружних високочастотних коливань, хвилеподібно розповсюджуються по виробу від випромінювача. Кут розбіжності коливань A залежить від довжини хвилі λ і діаметра випромінювача і визначається за формулою

$$\sin\alpha = \frac{1,2A}{d}. \quad (7.2)$$

Центральна частина пучка випромінюваних коливань має найбільшу енергію.

При контролюванні виробів ультразвук спрямовують таким чином, щоб відбувалося найбільш повне відбиття його назад від можливого дефекту, який є перешкодою для пружних хвиль.

Таким чином, розповсюдження ультразвуку по твердому тілу відбувається подібно до того, як і розповсюдження світла у прозорому середовищі.

Приймання і відбиття хвиль відбувається в паузах між передачею зондувальних імпульсів. Величина відбиття хвиль залежить від розміру відбивальної поверхні, а також відстані до неї і кута падіння УЗК.

Для перетворення електричних імпульсів в ультразвукові використовуються спеціальні п'єзоелементи, які знаходяться у щупах. У якості п'єзоелементів використовуються пластинки з монокристалів кварцу, сегнетової солі, титанату барію, що пройшли спеціальну електричну обробку (поляризацію) високою постійною напругою.

Все необхідне для роботи п'єзоелемента зібрано в окремому блоці, так званому шукачі. Для контролю колісних пар застосовують прямі (плоскі) і похилі (призматичні) шукачі. Кожен шукач містить п'єзоелемент, демпфер, протектор, котушку індуктивності, дроти, що підводять напругу від штепсельного гнізда до п'єзоелемента, і корпус. Для надійного акустичного контакту між протектором і поверхнею контрольованої деталі вводиться прошарок оливи. Напруга у вигляді коротких імпульсів подається на п'єзоелементи, викликаючи її коливання. Пружні хвилі від п'єзоелемента проходять, з одного боку, до демпфера, а з іншого – через протектор і прошарок мастила в деталь.

Ультразвукові коливання від прямих шукачів проходять у глибок контрольованої деталі перпендикулярно до тієї поверхні, через яку вони вводяться, а від похилих шукачів - під кутом до поверхні. Якщо шукачі служать для формування та приймання ультразвукових коливань, то всі інші функції (подача напруги на п'єзоелементи для порушення ультразвукових коливань, індикація прийнятих ультразвукових коливань і т. п.), необхідні для дефектоскопії деталей, виконуються іншими блоками дефектоскопів.

Основні вузли ультразвукових дефектоскопів імпульсного типу показані на функціональній схемі (рис. 7.13).

Генератор імпульсів *ГІ* через певні проміжки часу запускає генератор розгортки *ГР* і електронний блок індикатора відстані *ІВ* (глибиноміра *Гр*) і одночасно з цим подає на дуже короткий час електричну напругу на п'єзопластини шукача *Ш1*, яка посиляє в деталь імпульси ультразвукових хвиль (зондувальні імпульси). Останні відбиваються від дефекту і протилежної стінки деталі і впливають на п'єзопластини шукача *Ш2*, пов'язаного з підсилювачем *П*.

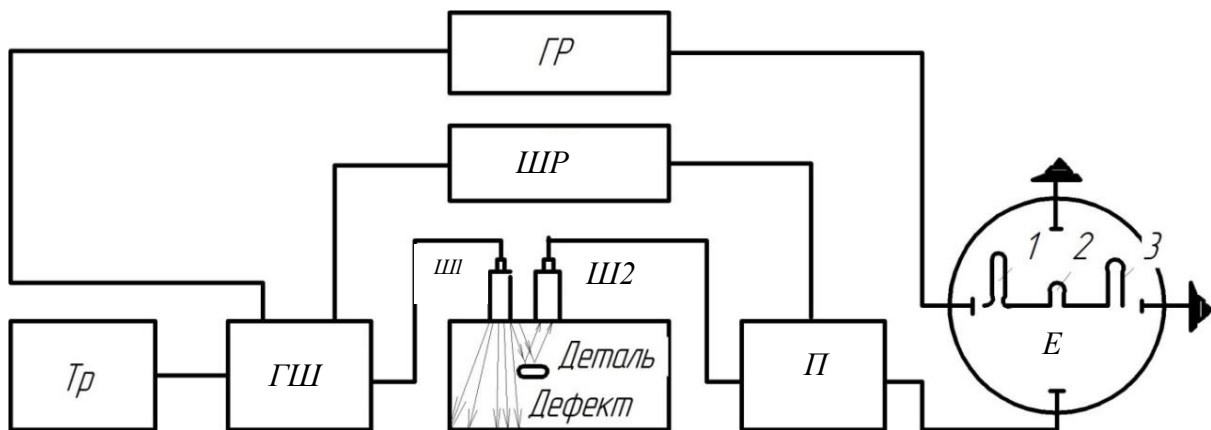


Рис. 7.13. Функціональна схема ультразвукового дефектоскопа

У підсилювачі позитивна частина змінної напруги підсилюється і подається на екран. Дефектність деталей і якість матеріалів визначаються за зміною висоти цих сигналів і місцем розташування їх на екрані дефектоскопа.

Для ультразвукової дефектоскопії елементів колісних пар широке застосування знайшов ехо-імпульсний метод. У цьому

випадку застосовується один шукач, який випромінює і приймає ультразвукові хвилі. Від шукача періодично виходять короткі ультразвукові імпульси, які поширюються по контрольованій деталі, а в проміжку між імпульсами шукач приймає відбиті від дефектів і різних стінок деталі ультразвукові хвилі. Наявність дефекту визначається за появою сигналу на екрані дефектоскопа, а глибину залягання його – за часом проходження ультразвуку. На екрані трубки при цьому видно (рис. 7.13) сигнал 1, який зображує зондуєчий імпульс, і ехо-сигнали 2 і 3, відбиті дефектом і дном виробу.

Еталонування дефектоскопів є складовою частиною процесу контролю колісних пар, що дозволяє перевірити шукачі і дефектоскоп, орієнтовно встановити на останньому нормальну чутливість, зафіксувати зони контролю і отримати навик з виявлення тріщин. Для еталонування застосовують еталонні зразки з органічного скла і еталонні колісні пари зі штучними дефектами, виготовлені відповідно до встановлених вимог.

Для ультразвукової дефектоскопії осей колісних пар використовують такі основні технологічні прийоми:

а) наскрізний контроль подовжніми ультразвуковими хвилями шляхом їх введення з торця осі за допомогою прямого ультразвукового шукача; при цьому може бути перевірена ближня до точки вводу шийка осі і віддалені від неї підматочинна частина і половина середньої частини осі;

б) контроль подовжніми хвилями шляхом їх похилого введення з торця за допомогою похилого шукача з малим кутом падіння ($6-8^\circ$); при цьому перевіряється ближня до точки вводу підматочинна частина з більш високою чутливістю, ніж при першому прийманні;

в) контроль поперечними хвилями шляхом їх похилого введення з циліндричної поверхні осі за допомогою похилого шукача з кутом падіння порядку $37-40^\circ$. Цей метод використовується, як правило, лише для підтвердження дефекту, виявленого одним з перших двох методів, оскільки він, хоча і більш чутливий, вимагає великих витрат часу. Таким чином, кожна вісь перевіряється не менш ніж двома типами шукачів: прямим шукачем 0° і призматичним 6° (8°) або 37° (40°).

Підматочинні частини осей контролюють прямим і призматичним 37 шукачами з боку шийок і з боку середньої частини осі. Осі типів РУ1 і РУ1Ш додатково контролюють без зняття внутрішніх кілець підшипників у зовнішній і внутрішній зонах підматочинної частини шукачем 37° (40°), який встановлюють на середню частину осі. Ознаками для бракування осі є одиночний імпульс у зоні контролю, що перевищує рівень перешкод у кілька разів (за умови, що перешкоди в зоні контролю будуть не вище 5-10 мм), а також непрозвучуваність осі, тобто відсутність донного відбиття від дальньої галтелі при прямому шукачі.

Контроль осей колісних пар методом наскрізного прозвучування прямим шукачем здійснюється обов'язково з обох торців при перевірці осей всіх типів. Цей метод застосовують для виявлення небезпечних поперечних тріщин та інших прихованих дефектів у будь-якій частині осі, а також для бракування осей з крупнозернистою структурою.

Осі колісних пар, у яких не виявляються донне відбиття від галтелей (це вказує на велике поглинання ультразвуку, викликане крупнозернистою структурою металу), є "непрозвучуваними". Колісні пари з такими осями підлягають розформуванню для перевірки підматочинної частини осі магнітним методом за умови, якщо з дня останнього формування вони перебували в експлуатації більше восьми років. Підматочинні частини "непрозвучуваних" осей з терміном експлуатації до восьми років повинні бути перевірені призматичним шукачем 37° (40°) з боку шийки і з боку середньої частини осі. За відсутності сигналів, відбитих від поверхні посадки і граней маточини (що свідчить про непрозвучування контрольованої ділянки осі), колісні пари підлягають розформуванню.

Контроль на вагонобудівних і вагоноремонтних заводах осей, що не обточені, з метою перевірки структури металу (розміру зерна) і виявлення внутрішніх вад виконують з кожного торця осі. При виготовленні осей або осьових заготовок колісних пар слід проводити перевірку структури їх сталі методом прозвучування таким чином, щоб донне відбиття в осі або її заготовці по висоті було не нижче відбиття в еталонному бруську при тому самому положенні регуляторів дефектоскопа. Якщо

воно нижче, то вісь бракують і направляють на додаткову термообробку.

Виконання ультразвукового контролю осі колісних пар із застосуванням різних шукачів, а також налаштування дефектоскопів і розшифрування осцилограм при дефектоскопії різних зон осі, описані в нормативно-технічних документах, вимагають певних навичок і досвіду у виконавців.

На вагоноремонтних підприємствах найбільшого поширення отримав дефектоскоп УД2-70, який дозволяє не тільки виявити дефекти, але і підтвердити відсутність дефектів в об'єкті контролю, видати на нього паспорт якості (рис. 7.14).

Ультразвуковий дефектоскоп УД2-70 є переносним цифровим дефектоскопом загального призначення, призначеним для виявлення дефектів і вимірювання їх параметрів на основі ехо-тіньового або дзеркально-тіньового методів. УД2-70 використовується для виявлення і вимірювання дефектів, а також визначення їх координат у зварних з'єднаннях і основному металі.

Дефектоскоп УД2-70 збуджує перетворювачі одним експоненціальним імпульсом негативної полярності з амплітудою імпульсу, що запускає, не менше 185 В.

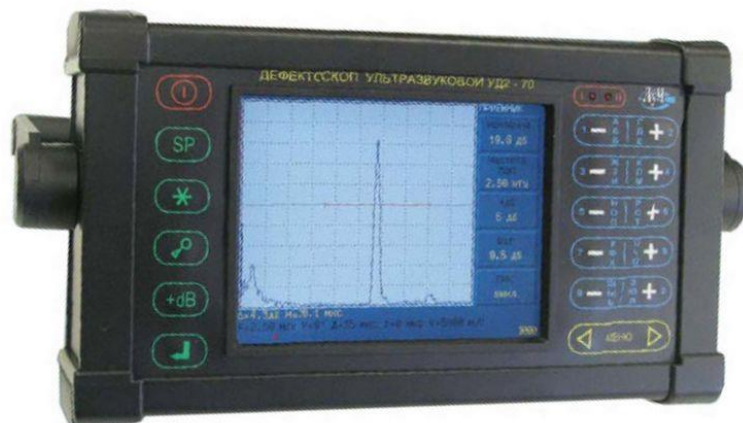


Рис. 7.14. Ультразвуковий дефектоскоп УД2-70

Робоча частота ультразвукових коливань, а також амплітуда і тривалість зондуючого імпульсу залежать від підключеного

перетворювача. Спільно з приладом використовуються перетворювачі, що, як правило, мають вбудовану індуктивність. Окремого архіву для зберігання параметрів перетворювачів нема, всі параметри контролю зберігаються в архіві налаштувань на контроль конкретних виробів ємністю 100 налаштувань. Дефектоскоп УД2-70 постійно знаходиться в роздільному режимі, поєднаний режим роботи реалізується за допомогою спеціального кабелю, що поставляється разом з приладом.

Корпус дефектоскопа УД2-70 виготовлений з алюмінієвого сплаву і розрахований на важкі умови експлуатації. На передній панелі розташовані мастило й бензиностійка клавіатура управління дефектоскопом і дисплей – кольорова TFT матриця (екран 111,4×83,5 мм). Великий висококонтрастний дисплей, фон якого може бути встановлений білим або чорним залежно від сприйняття і освітленості, знижує стомлюваність зору дефектоскопістів. Це особливо важливо при безперервному контролі, наприклад при ручному контролі дисків газотурбінних двигунів.

На верхній панелі УД2-70 знаходяться рознімачі для підключення ПЕП, зовнішньої синхронізації, головних телефонів, а також персонального комп'ютера. Використовуючи цей порт, споживач має можливості оновлення програмного забезпечення УД2-70 безпосередньо з Інтернет-сайта виробника.

Регульована ручка для перенесення дозволяє вибрати оптимальний кут нахилу при установленні дефектоскопа на столі, а наявність спеціального чохла і ременів – прикріпити прилад до пояса дефектоскопіста. Для проведення контролю в польових умовах до дефектоскопа УД2-70 може бути підключений резервний акумулятор, що забезпечує 16 год безперервної роботи приладу.

При розробленні ультразвукового дефектоскопа УД2-70 велика увага приділялася створенню зручної та легкої для навчання системи управління приладом. Операції, що найчастіше використовуються при контролі (перехід пошукової чутливості на бракувальну, виклик програм, запис А-сканів або файлів), здійснюються при мінімальній кількості натискань клавіш. Це дуже важливо при контролі виробів складної форми декількома ПЕП з використанням різних налаштувань. Наприклад, контроль колісної пари з кожного її боку проводиться з використанням

семи налаштувань, тобто дефектоскопіст 14 раз викликає необхідну програму і досить часто переходить з пошукової чутливості на бракувальну.

Ультразвуковий дефектоскоп для контролю зварних з'єднань УД2-70 має кілька рівнів меню, один з яких присутній на дисплеї одночасно з А-розгорткою. Прилад дозволяє управляти необхідними параметрами безпосередньо в процесі контролю. В основному меню можна ввімкнути функцію "Замок", яка забороняє зміну будь-яких параметрів, крім посилення, а також вибір меню на екрані клавішами "МЕНЮ". Вибір необхідного меню в цьому режимі можливий тільки через основне меню. Дефектоскоп УД2-70 дозволяє прибирати поточне меню з екрана для збільшення області А-розгортки.

Дефектоскоп УД2-70 може бути забезпечений спеціальним меню. Наприклад спеціальне меню "Вагони" містить налаштування контролю коліс і осей залізничних вагонів.

У дефектоскопі УД2-70 передбачено два основні режими: основне меню і робочий режим. Основне меню дозволяє вибрати необхідне робоче або спеціальне підменю, а робочий режим призначений для налаштування параметрів контролю і його проведення.

У робочому режимі екран дефектоскопа УД2-70 поділяється на три частини: сигнальна частина, робоче меню та інформаційна зона. У сигнальній частині розміром 84×70 мм відображуються сигнали у вигляді А-розгортки, сітка екрана, яка при бажанні дефектоскопіста може бути вимкнена, два строби АСД (автоматична сигналізація дефекту, крива ЧРЧ (динамічний діапазон часового регулювання чутливості), строб АРП (автоматичне регулювання підсилення), номери включених стробів АСД і умови їх спрацьовування (перевищення рівня строба або неперевищення). При проведенні контролю у верхньому рядку інформаційної зони відображується значення амплітуди, дБ, ехо-сигналу в першому стробі відносно стандартного рівня і значення координат виявленого дефекту, а в нижньому рядку інформаційної зони – значення основних параметрів поточного налаштування. У режимі збільшеного екрана сигнальна частина екрана УД2-70 збільшується, робоче меню та інформаційна зона відсутні.

Дефектоскоп УД2-70 забезпечує глибину ЧРЧ до 80 дБ. Форма ЧРЧ може бути встановлена практично будь-якою за рахунок можливості її регулювання у вузлових точках (до 250 точок) через 1 мм. Затримка і тривалість розгортки, обох стробів АСД і строга АРП встановлюється через 1 мм або 1 мкс, тобто споживач може сам встановити одиницю вимірювання. При роботі в меню "ТОЛЩИНОМЕР" результати вимірювання товщини або місцезнаходження дефекту, а також перевищення амплітуди ехо-сигналу відносно середнього рівня екрана можуть бути записані у файли. Для запису доступно до 128 файлів, а загальна кількість значень глибиноміра щонайменше 4000.

Дефектоскоп УД2-70 має звукову сигналізацію, що спрацьовує при потраплянні сигналу в будь-який зі стробів дефектоскопа. Відповідні сигнали представлені на екрані у вигляді відрізків лінії. Положення їх по висоті екрана відповідає рівню спрацьовування. Попереджувальні сигнали з'являються при спрацьовуванні АСД як для відлуння імпульсів, що перевищують рівень спрацьовування, так і для ехо-імпульсів, що не досягають його. В області А-розгортки відображується номер строга, у якому спрацювала АСД. Для зменшення впливу випадкових флуктуацій сигналів існує режим набору статистики при спрацьовуванні АСД.

Дефектоскоп УД2-70 показує координати відбивача і амплітуду вимірюваного ехо-імпульсу на екрані дисплея безпосередньо в процесі проведення контролю. З цією метою використовується рядок вимірних значень, що знаходиться під областю А-розгортки, у якій відображуються миттєві результати вимірювання. Один з цих результатів (за вибором користувача) виводиться в правий верхній кут області А-розгортки.

Дефектоскоп УД2-70 працює зі стандартними режимами запам'ятовування зображення:

- повне "заморожування" – на екрані зберігається інформація, отримана в одному циклі «випромінювання-приймання»;
- "заморожування" з накопиченням інформації – зображення на екрані доповнюється інформацією, отриманою в наступному циклі "випромінювання-приймання".

У стандартних режимах "заморожування" дефектоскопа УД2-70 дозволяє вимірювати параметри будь-якого сигналу на екрані, за винятком амплітуди сигналів, що вийшли за межі екрана.

УД2-70 має великий екран і подає класичну А-розгортку з можливістю оперативного регулювання тимчасових і амплітудних параметрів. Бракувальний амплітудний рівень і зона контролю задаються положенням стробів на екрані. Одночасне використання двох стробів дозволяє реалізувати спеціальні методи вимірювання геометричних розмірів контрольованих виробів.

У дефектоскопі УД2-70 є система автоматичного регулювання посилення опорного сигналу в другому стробі, що дозволяє компенсувати флуктуації акустичного контакту і враховувати акустичні характеристики матеріалів. У приладі реалізований режим «Лупа», при якому область першого строба розтягується на весь екран.

УД2-70 має підсилювач з перемикальними частотними діапазонами, що дозволяє здійснювати очищення (фільтрацію) відеосигналів. Для видалення випадкових перешкод використовується режим усереднення по циклах "випромінювання-приймання", що істотно підвищує завадозахищеність приладу.

Нове покоління аналогічних дефектоскопів має позначення УД4-76. Особливістю цього дефектоскопа є поєднання багатства налаштувань і простоти роботи з приладом.

Для зручності роботи дефектоскопіста параметри надаштувань згруповані в підменю відповідно до логіки приладу. Так, наприклад, затримка в призмі, кут введення і стріла, що є характеристиками датчика, налаштовуються в меню «ПЕП», а швидкість звуку і товщина виробу розташовані в меню "Об'єкт контролю". У той же час найбільш важливі параметри дефектоскопа постійно відображуються в інформаційній панелі. Там же виводиться одночасно до п'яти результатів вимірювання параметрів дефекту. Великий контрастний кольоровий дисплей високого розділення в комбінації з продуманими кольорними схемами дозволяє дефектоскопісту одночасно сприймати велику кількість інформації, не стомлюючись.

Для полегшення налаштування дефектоскопа є система напівавтоматичного калібрування параметрів датчика, що використовується.

Режим роботи з АРД-діаграмами в дефектоскопі УД4-76 (рис. 7.15) побудований таким чином, що операторові необхідно ввести тільки деякі параметри використовуваного суміщеного перетворювача і за опорним сигналом від контрольного відбивача провести калібрування приладу для роботи в режимі АРД.



Рис. 7.15. Ультразвуковий дефектоскоп УД4-76

У результаті на екрані дефектоскопа відобразиться крива АРД, відповідна вибраному значенню еквівалентної площі бракування або діаметра. Використовуючи режим АРД, дефектоскоп УД4-76 дозволяє проводити вимірювання еквівалентних розмірів виявлених дефектів. Також є можливість налаштувати ЧРЧ дефектоскопа відповідно до АРД кривої для заданого діаметра. У результаті ехо-сигнали від дефектів еквівалентного розміру бракування виводяться на один рівень по екрану приладу. Це дозволяє використовувати стандартну систему АСД і строби дефектоскопа, що значно полегшує інтерпретацію спостережуваних сигналів. Використання АРД технологій в УД4-76 дають можливість істотно спростити і прискорити процес налаштування, скоротивши його до 1-2 хв.

Відомо, що для коректного розрахунку АРД-діаграм необхідно точно вказати частоту використовуваного ПЕП. Тому в УД4-76 є вбудований спектрограф з можливістю точного вимірювання робочої частоти датчика. Знання спектра сигналу перетворювача також дозволяє усвідомлено підійти до питання

налаштування частот зрізу цифрового фільтра приймача дефектоскопа.

У дефектоскопі УД4-76, окрім стандартних установок фільтра, є можливість його ручного налаштування і калібрування за спектром ехо-сигналу для кожного датчика індивідуально.

Іншим чинником, що впливає на достовірність контролю, є правильний облік умов введення ультразвуку, обумовлених перш за все станом поверхні сканування. Для обліку цього аспекту в приладі вбудовано систему вимірювання шорсткості поверхні об'єкта контролю і розрахунку втрат при введенні ультразвуку, обумовлених шорсткістю і кривизною поверхні. Для проведення вимірювань використовується спеціалізований датчик. Розраховане значення втрат враховується як поправка на умови введення в системі автоматичного настроювання чутливості за АРД-діаграмами.

Багато методик УЗК припускають використання декількох рівнів чутливості, наприклад бракування, контрольного і пошукового. Іноді «відстань» між ними задається як фіксована кількість децибелів, а іноді кожному з них привласнюється свій еквівалентний діаметр. Зазвичай для реалізації цих вимог використовують декілька стробів, встановлених один над одним на відповідних рівнях. Проте при цьому втрачається можливість одночасного контролю декількох зон. Для усунення даного недоліку розробники дефектоскопа включили в програмне забезпечення обробку трьох трирівневих стробів. Кожен з рівнів кожного зі стробів може бути налаштований індивідуально. Різні строби можуть мати різну полярність. Кожен із стробів має той, що відповідає йому, трибарвний світлодіод системи "Автоматичної", "Сигналізації" і "Дефектів". Таким чином, підвищується продуктивність за рахунок можливості контролю декількох зон за один прохід по всіх рівнях чутливості.

Система автоматичного регулювання підсилення (АРП) дозволяє підтримувати необхідні рівні сигналів у процесі сканування. Систему АРП доцільно використовувати при налаштуванні рівня бракування чутливості за опорним сигналом в об'єкті контролю (наприклад, за донним сигналом). Для стробування опорного сигналу при роботі з системою АРУ в дефектоскопі передбачено спеціальний строб АРП. Змінюючи

рівень строга АРУ по екрану дефектоскопа, можна регулювати рівень АРУ відповідно від 25 до 100 %.

Для вирівнювання ехо-сигналів за амплітудою, наприклад для компенсації загасання ультразвуку в об'єкті контролю, застосовують систему тимчасового регулювання чутливості (ТРЧ).

Режим "Стоп-кадр" зручний для вивчення і документування А-скан зображення. При цьому на екрані спостерігаються два сигнали: сигнал, фіксований у момент вмикання даного режиму (відображується червоним кольором) і поточний активний сигнал (рис. 7.16).

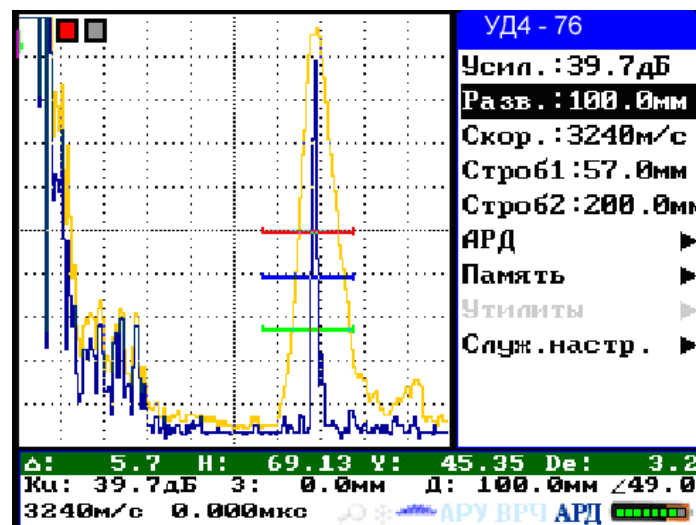


Рис. 7.16. Фіксовані сигнали у момент вмикання відповідного режиму дефектоскопа

Режим "Пік" незамінний при пошуку дрібних дефектів, роботі в умовах нестабільного акустичного контакту. При цьому на екрані одночасно ехо-сигналом, що максимально огинає всі спостережувані ехо-сигнали (відображується жовтим кольором), відображується поточне значення сигналу. Цей режим використовується для знаходження максимальної амплітуди ехо-сигналу і оцінювання умовної протяжності. Може бути використаний для документування результатів контролю як для забракованих, так і для придатних виробів, чим підтверджуватиметься наявність або відсутність дефектів по всьому периметру сканування.

Для вимірювання товщини виробу і точного визначення координат дефектів використовується недетектований – так

званий радіочастотний – сигнал, що дозволяє забезпечити дискретність вимірювання 0,01 мм. У приладі передбачено два режими вибору точки на кривій сигналу, за якою проводяться вимірювання (автоматичне і ручне). В автоматичному режимі можливе установлення спрацьовування вимірювального пристрою за піком або фронтом сигналу. У ручному ж є можливість самому вибрати напівперіод або нуль-переріз, за яким проводитиметься вимірювання.

Контрольні питання

1. Які операції виконуються при підготовці колісних пар до всіх видів ремонту?
2. Які засоби вимірювальної техніки і шаблонів використовуються при входному контролі колісних пар до ремонту?
3. Як організовано роботи з підготовки до ремонту в колісному парку вагонного депо?
4. Як організовано роботи з підготовки до ремонту в колісному парку вагоноколісних майстерень (ВКМ)?
5. Які існують способи та засоби очищення та обмивання колісних пар на вагоноремонтних підприємствах?
6. Якими засобами контролю повинно обладнуватися робоче місце для неруйнівного контролю колісних пар?
7. Як реалізують магнітопорошковий метод неруйнівного контролю елементів колісних пар вагонів?
8. Як реалізують вихорострумний метод неруйнівного контролю елементів колісних пар вагонів?
9. Які основні технологічні прийоми використовують для ультразвукової дефектоскопії осей колісних пар?
10. На якому явищі заснований ехо-імпульсний метод неруйнівного контролю елементів колісних пар вагонів?
11. Які основні вузли ультразвукових дефектоскопів імпульсного типу?
12. Як відбувається неруйнівний контроль осей, що не обточені, на вагонобудівних і вагоноремонтних заводах?

8. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ

8.1. Принципи організації виробничого процесу

В основу сучасної організації виробничих процесів у колісних дільницях і цехах вагоноремонтних підприємств повинні бути покладені такі принципи: спеціалізація, пропорційність, паралельність, прямопотоковість, безперервність і ритмічність.

Спеціалізація – розподіл праці в усіх ланках виробничої структури. Принцип спеціалізації означає мінімізацію різноманітності типів колісних пар і технологічних операцій виробничого процесу їх ремонту. Рівень спеціалізації зазвичай визначається коефіцієнтом закріплення операцій $K_{зо}$, тобто кількістю різних деталей операцій, закріплених за одним робочим місцем, за певний проміжок часу:

$$K_{зо} = \frac{N_{то}}{C_p}, \quad (8.1)$$

де $N_{то}$ – кількість найменувань технологічних операцій, які виконуються за визначений період;

C_p – розрахункова кількість завантажених робочих місць цеху (дільниці).

Чим ця кількість менша, тим рівень спеціалізації вище і навпаки. Низька спеціалізація призводить до частого переналагодження і перебудов технологічного обладнання, тобто до втрат.

Спеціалізація створює позитивний вплив на організацію роботи підрозділу. Вона забезпечує умови для впровадження високопродуктивного обладнання та прогресивної технології. На основі спеціалізації збільшується випуск з ремонту колісних пар, підвищується їхня якість, знижується собівартість ремонту.

Пропорційність – відповідність пропускної спроможності виробничих ланок запланованому випуску колісних пар і кількісне співвідношення пропускної спроможності кожної

ланки. Принцип пропорційності полягає в узгодженості всіх елементів виробничого процесу за продуктивністю. Порушення цього принципу призводить до утворення диспропорцій і вузьких місць у виробництві, внаслідок чого погіршується використання устаткування, робочого часу і збільшуються заділи. Кількісно ступінь пропорційності визначається коефіцієнтом пропорційності $K_{пр}$ за формулою

$$K_{пр} = \frac{P_{min}}{P_{max}}, \quad (8.2)$$

де P_{min} і P_{max} – відповідно мінімальна і максимальна продуктивність елементів технологічного ланцюга.

Паралельність – протікання розчленованого виробничого процесу одночасно на різних робочих місцях. Паралельність може мати місце при виконанні самої операції, протіканні суміжних операцій, при виконанні основних, допоміжних і обслуговуючих процесів. Кількісно ступінь паралельності $K_{пар}$ може бути визначений зі співвідношення

$$K_{пар} = \frac{t_{пар}}{t_{пос}}, \quad (8.3)$$

де $t_{пар}$ – тривалість паралельного виконання операцій;

$t_{пос}$ – тривалість послідовного виконання операцій.

Прямопотоковість – найкоротший шлях прямування виробу з однієї операції на іншу від початку до кінця технологічного процесу. Відповідно до цього принципу потік матеріалів, напівфабрикатів і виробів повинен бути поступовим і найкоротшим, без зустрічних і зворотних рухів.

Ступінь прямопотоковості визначається за формулою

$$K_{прям} = \frac{N_{min}}{N_{фак}}, \quad (8.4)$$

де N_{min} – мінімально можливий шлях колісної пари в процесі ремонту;

$N_{фак}$ – фактичний шлях колісної пари в процесі ремонту.

Безперервність – протікання процесу виробництва без перерв, тобто безперервний рух колісних пар, що ремонтуються. Ступінь безперервності можна оцінити за допомогою коефіцієнта безперервності $K_{\text{без}}$

$$K_{\text{без}} = \frac{t_p}{t_{\text{ном}}}, \quad (8.5)$$

де t_p – тривалість робочого часу;

$t_{\text{ном}}$ – тривалість номінального часу, що включає відповідний простій.

Ритмічність – рівномірний випуск колісних пар з ремонту протягом календарного періоду. Принцип ритмічності передбачає випуск за рівні проміжки часу однакової або зростаючої кількості колісних пар за встановленим планом і відповідно повторення через ці проміжки часу виробничого процесу на всіх його стадіях і операціях. Аритмічність виробничого процесу вкрай небажана, оскільки дезорганізує роботу колісного підрозділу підприємства. Ритмічність виробництва можна забезпечити раціональною організацією роботи у всіх дільницях колісного підрозділу підприємства, а також його своєчасною підготовкою, налаштуванням і комплексним обслуговуванням.

Раціональна організація виробничого процесу досягається дотриманням всіх перерахованих вище принципів. Дотримання принципів спеціалізації, пропорційності і прямопотокості дає можливість раціонально узгодити виробничий процес у просторі, тобто між окремими підрозділами. Технічна забезпеченість, паралельність, безперервність забезпечують узгодження процесів у часі та є якісною оцінкою заходів відповідного виробничого процесу.

Однією з найважливіших вимог до організації виробництва є раціональна механізація і автоматизація процесів.

Найбільш прогресивною формою організації основного виробничого процесу є потоковий метод ремонту і формування колісних пар, який характеризується строгою послідовністю виконання ремонту на спеціалізованих за видами робіт операціях.

У колісних дільницях і цехах вагоноремонтних підприємств найбільшого поширення набули поточкові лінії з переривчастим

рухом деталей, який виникає в результаті різної продуктивності устаткування, що застосовується, і який не синхронізовано з випуском. У зв'язку з цим між окремими операціями утворюються заділи, у яких колісні пари або їхні елементи простоюють в очікуванні чергової операції. Поточкові лінії характеризуються тактом, тобто часом, що витрачається на випуск з ремонту однієї колісної пари. Такт визначається відношенням дійсного фонду часу до випуску (кількості деталей) за період, що аналізується. Ритм – зворотне значення такту – характеризується кількістю деталей, що випускаються в одиницю часу.

Найважливішим показником, що характеризує організацію виробничого процесу в часі, є тривалість виробничого циклу, тобто час від початку до кінця процесу ремонту або формування колісних пар. Цикл складається з технологічного, міжопераційного часу і часу перерв. Технологічний час витрачається на виконання основних операцій з ремонту або формування колісних пар. Міжопераційний час витрачається на транспортування, остаточний міжопераційний контроль, а час перерв – на простої в очікуванні між операціями, на складах, у парку і т. п.

Ті елементи, що входять до складу циклу, мають таке значення. Штучний час – це повний час, що витрачається на виконання основної операції. Штучний час на виконання кожної операції складається з основного (машинного), допоміжного часу, часу на організаційно-технічне обслуговування робочого місця і часу на природні процеси, фізіологічні потреби і відпочинок. Основний і допоміжний час у сумі утворюють оперативний час. Час на протікання природних процесів – це час, що витрачається на сушіння, нагрів, охолодження та інші процеси. Час на контроль і транспортування – це час, що витрачається на виконання вхідного, міжопераційного і остаточного контролю, вимірювання та дефектоскопію, а також час на транспортування колісних пар у процесі їх ремонту. Час перерв складається з часу знаходження деталей в оборотних заділах (оборотні перерви); очікування звільнення робочого місця; знаходження деталей у резервних (страхових) заділах (резервні перерви), які створюються всередині і поза колісним

цехом з метою недопущення можливих перебоїв у роботі; очікування деталей через організаційно-технічні неполадки у виробництві (випадкові перерви) і очікування деталей у неробочий час (свята, обідні перерви і т. д.) (позарежимні перерви).

Організація ремонту і формування колісних пар потоковим методом має суттєві переваги перед стаціонарним. Поточковий метод призводить до підвищення продуктивності праці та якості ремонту, до поліпшення використання устаткування і площ дільниці (цеху), до скорочення тривалості циклу і зниження собівартості ремонту і формування колісних пар.

Обладнання, що використовується в колісних дільницях і цехах вагоноремонтних підприємств, поділяється на виробниче (технологічне), допоміжне, підйомно-транспортне. Виробниче обладнання – це всі робочі машини, верстати, установки, стенди, зайняті на виконанні основних операцій технологічного процесу ремонту та формування колісних пар. Допоміжне – це обладнання, що безпосередньо не використовується у виконанні технологічного процесу, але використовується для обслуговування основного виробництва. Підйомно-транспортне устаткування – це різні пристрої, механізми, що виконують підйомно-транспортні та вантажно-розвантажувальні роботи в цеху або дільниці.

Кількість одиниць виробничого обладнання $O_{ст}$ для однієї роботи, що виконується в цеху або дільниці, визначають за формулою

$$O_{ст} = \frac{N_{в} \cdot T_{шт}}{F_{е.о.} \cdot m}, \quad (8.6)$$

де $N_{в}$ – річна програма ремонту (формування) колісних пар;

$T_{шт}$ – штучний час на оброблення виробу на даному типі обладнання, год;

$F_{е.о.}$ – ефективний річний фонд робочого часу обладнання при роботі в одну зміну, год;

m – кількість змін роботи обладнання за добу.

Колісні дільниці та цехи вагоноремонтних підприємств, крім основного виробництва, мають допоміжні служби:

інструментально-роздавальні, для зберігання, видачі та перевірки інструменту; заточувальне відділення для переточування ріжучого інструменту; відділення з ремонту пристроїв та інструменту; відділення з ремонту виробничого та підйомно-транспортного обладнання; склади, комори.

В організації виробництва істотною роль відіграє правильна організація праці та кваліфікація працівників. З метою створення умов для постійного збільшення продуктивності праці необхідно в процесі організації та вдосконалення виробництва здійснювати нормування праці, встановлювати обґрунтовані норми виробітку на основі технічних норм часу на кожну операцію.

Технічною нормою часу на операції називається мінімально необхідний для даних технічних умов виробництва час на виконання операції при нормальних умовах роботи і при найбільш раціональному використанні всіх засобів виробництва.

Для найкращого використання обладнання та досягнення найбільшої продуктивності праці необхідно передбачати раціональну організацію робочого місця з урахуванням положень наукової організації праці і технічної естетики. Раціональне планування робочого місця, тобто взаємне розташування працівника, верстата, інструменту, пристосування, колісної пари залежить від виду робіт, що виконуються, і форми організації виробництва. При цьому необхідно дотримуватись таких вимог: у процесі роботи працівник не повинен робити зайвих рухів; не повинно бути втрат часу і зайвої стомлюваності працівника, що викликаються нераціональним взаємним розташуванням всіх елементів, що входять до складу робочого місця; під час роботи працівник не повинен відчувати незручностей; інструмент і технічна документація повинні знаходитися в зручних місцях; робоче місце повинно бути обладнане з урахуванням забезпечення вимог охорони праці; на робочому місці повинні бути забезпечені сприятливі санітарно-технічні умови щодо світла, тепла, чистоти і т. п.

В організації виробничого процесу ремонту і формування колісних пар нема другорядних питань. Все має бути враховано і спрямовано на досягнення мети – здійснення ремонту в найкоротші терміни з високою якістю при мінімальному використанні ресурсів.

8.2. Загальна характеристика видів ремонту колісних пар вагонів

У Державних стандартах термін ремонт визначається як "комплекс операцій з відновлення справності або працездатності об'єкта та відновлення ресурсів об'єктів або їх складових частин".

Ремонт колісних пар з відновлення їх справності або працездатності відповідно до діючої нормативно-технічної документації проводиться в ремонтних вагонних депо, вагоноколісних майстернях і на вагоноремонтних заводах.

Ремонт колісних пар виконується для усунення виявлених дефектів і заміни несправних елементів.

Залежно від обсягу виконуваних робіт встановлено такі види ремонту колісних пар [46, 48, 50]:

- поточний ремонт (звичайне обстеження);
- середній ремонт (повне обстеження);
- капітальний ремонт (ремонт з заміною елементів).

Поточний ремонт колісних пар (звичайне обстеження) проводиться:

- після катастроф, аварій поїздів для всіх колісних пар пошкоджених вагонів;
- після сходу вагона з рейок (колісним парам візка, що зійшов з рейок);
- при пошкодженні вагона під час навантаження та розвантаження від динамічних ударів при падінні вантажу;
- за відсутності або невиразності клейм і знаків останнього середнього ремонту (повного обстеження) на торці шийки осі;
- за відсутності бирки на буксі або невиразності клейм на ній, що виявлені при ремонті колісної пари або при підкочуванні її під вагон;
- після усунення волосовин, неметалевих включень, інших дефектів на осі в межах установлених норм;
- через два обточування поверхонь ободів коліс вантажних вагонів і через одне обточування коліс пасажирських вагонів (крім наявності дефектів на поверхні кочення коліс). Кількість обточувань колісних пар з буксовими вузлами, обладнаними здвоєними підшипниками касетного типу, не регламентується

протягом гарантованого міжремонтного терміну для підшипників;

- колісним парам вантажних вагонів з буксовими вузлами, що обладнані двома типовими циліндричними роликівими підшипниками, які пройшли останній середній ремонт (повне обстеження) п'ять і більше років тому, або підшипниками здвоєними та касетного типу, які пройшли останній середній ремонт (повне обстеження) вісім і більше років тому;

- колісним парам пасажирських вагонів з буксовими вузлами, що обладнані двома циліндричними роликівими підшипниками та здвоєними типу 46-882726E2MC43, що пройшли останній середній ремонт чотири і більше років тому або мають пробіг понад 450 тис. км, або підшипниками касетного типу та здвоєних типів Н6-882726E2K1МУС44, Н6-882726E2K2МУС44, Н6-882726E2K1МУС45 і Н6-882726E2K2МУС45, що пройшли останній середній ремонт вісім і більше років тому або мають пробіг понад 1,2 млн км пробігу;

- при демонтажі буксових вузлів з наступним їх ремонтом;

- незадовільному результату вхідного вібродіагностичного контролю "брак" підшипників колісних пар, що поступають у поточний ремонт (повне обстеження);

- ушкодженні зовнішніх кілець підшипників касетного типу з адаптером у вигляді тріщин, відколів, раковин;

- викиді мастила на диск колеса через ущільнення корпусів букс або ущільнення підшипників касетного типу;

- за наявності в передній частині корпусу букси води або льоду;

- при зсуві буксового вузла уздовж шийки осі;

- за наявності на поверхні кочення коліс колісних пар вантажних вагонів нерівномірного прокату 2 мм і більше, повзуна або навару 1 мм і більше, різниці діаметрів коліс на одній осі 3 мм і більше або в колісних парах пасажирських вагонів повзуна 1 мм і більше, навару 0,5 мм і більше та нерівномірного прокату 2 мм і більше, а в колісних парах з приводом генераторів усіх типів (крім плоскопасових) – нерівномірного прокату 1 мм і більше;

- при капітальному ремонті колісних пар (ремонт з заміною елементів);

- всіх видах капітальних ремонтів вагонів;
- зварювальних роботах на кузові вагона або візку без дотримання вимог нормативно-технічної документації;
- недопустимому нагріві буксових вузлів або пошкодженні буксового вузла, що потребує його демонтажу;
- відмові в роботі редукторно-карданного привода від торця шийки осі, яка вимагає демонтажу редуктора;
- кожному обточуванні колісних пар з редукторно-карданним приводом від торця шийки осі;
- виявленні в буксі редукторного мастила;
- у випадку, коли колісні пари не були в експлуатації (знаходились на зберіганні в колісних парках і під вагонами, що не були в експлуатації) і після їх останнього середнього (повного обстеження) або поточного (звичайного обстеження) ремонту більше двадцяти чотирьох місяців;
- при повній ревізії букс.

Середній ремонт колісних пар проводиться за необхідності виконання таких робіт:

- обточування обода коліс;
- наплавлення одного або двох спрацьованих гребенів коліс за технологією, дозволеною Департаментом вагонного господарства або Департаментом пасажирських перевезень далекого сполучення ПАТ "Укрзалізниця" (допустима кількість ремонтів з наплавленням одного й того самого гребеня встановлюється зазначеними Департаментами на підставі рекомендацій наукових установ);
- наплавлення пошкодженої або спрацьованої різьби осей за умови наступної обробки та нарізання різьби без розпресовування коліс.

Капітальний ремонт (ремонт із заміною елементів) виконується колісним парам за необхідності:

- заміни одного або двох коліс, а також осі;
- наплавлення пошкодженої або спрацьованої різьби осей за умови подальшої обробки та нарізання різьби з розпресовуванням коліс.

Капітальний ремонт виконується також за наявності:

- зсуву на осі одного або двох коліс;
- ознак ослаблення посадки на осі одного або двох коліс;

- невідповідності відстані між внутрішніми гранями ободів коліс установленим розмірам;
- різниці відстаней між торцями осі та внутрішніми гранями ободів коліс з одного та іншого боку колісної пари більше допустимих розмірів;
- за відсутності або неможливості прочитати знаки і клейма на торцях осі, що стосуються їх виготовлення або попереднього формування колісної пари.

Нові елементи колісних пар можуть бути використані при ремонті тільки після перевірки наявності на них актів технічного приймання заводу-постачальника (сертифікатів) та установлених знаків і клейм. Нові елементи колісних пар, виготовлені з нечітким маркуванням або без приймальних клейм, бракують, а відсутність на цих елементах клейм ВТК заводу-виготівника (за наявності приймальних клейм) не є причиною їхнього бракування.

Колісні пари, які не мають знаків і клейм, що стосуються формування, повинні бути розформовані.

Придатні осі та колеса використовуються при ремонті колісних пар. Осі з необточеними середніми частинами, а також чистові осі з відсутніми або нечіткими знаками та клеймами, що стосуються їхнього виготовлення, бракуються.

Ремонт колісних пар (поточний, середній, капітальний), що здійснюється без заміни і з заміною елементів, має свої технологічні особливості та різну трудомісткість. У колісних дільницях вагонних депо і ВКМ виконують поточний і середній ремонт колісних пар, але у ВКМ виконують і капітальний ремонт колісних пар. Виявлені в процесі огляду в депо колісні пари, які потребують капітального ремонту, відправляють у ВКМ або на вагоноремонтні заводи (ВРЗ). У колісних цехах ВРЗ проводять середній ремонт і капітальний ремонт колісних пар.

Крім того, у колісних цехах ВРЗ виготовляють осі для власних потреб і для ВКМ, а також виконують нове формування колісних пар для поповнення резервного парку справних колісних пар на залізницях. Підприємства можуть виготовляти осі та колісні пари в цілому для потреб інших власників рухомого складу (у тому числі і за кордоном).

Технологічна схема цих ремонтів подана на рис. 8.1.



Рис. 8.1. Технологічна схема видів ремонту колісних пар

Схема взаємозв'язків між депо, вагоноремонтними заводами і ВКМ показана на рис. 8.2. Між ремонтними та експлуатаційно-ремонтними депо і експлуатацією вагонів, з одного боку, і між

ремонтними та експлуатаційно-ремонтними депо, ВРЗ і ВКМ – з іншого, існують стійкі виробничо-транспортні зв'язки, засновані на спеціалізації ремонту колісних пар вагонів.

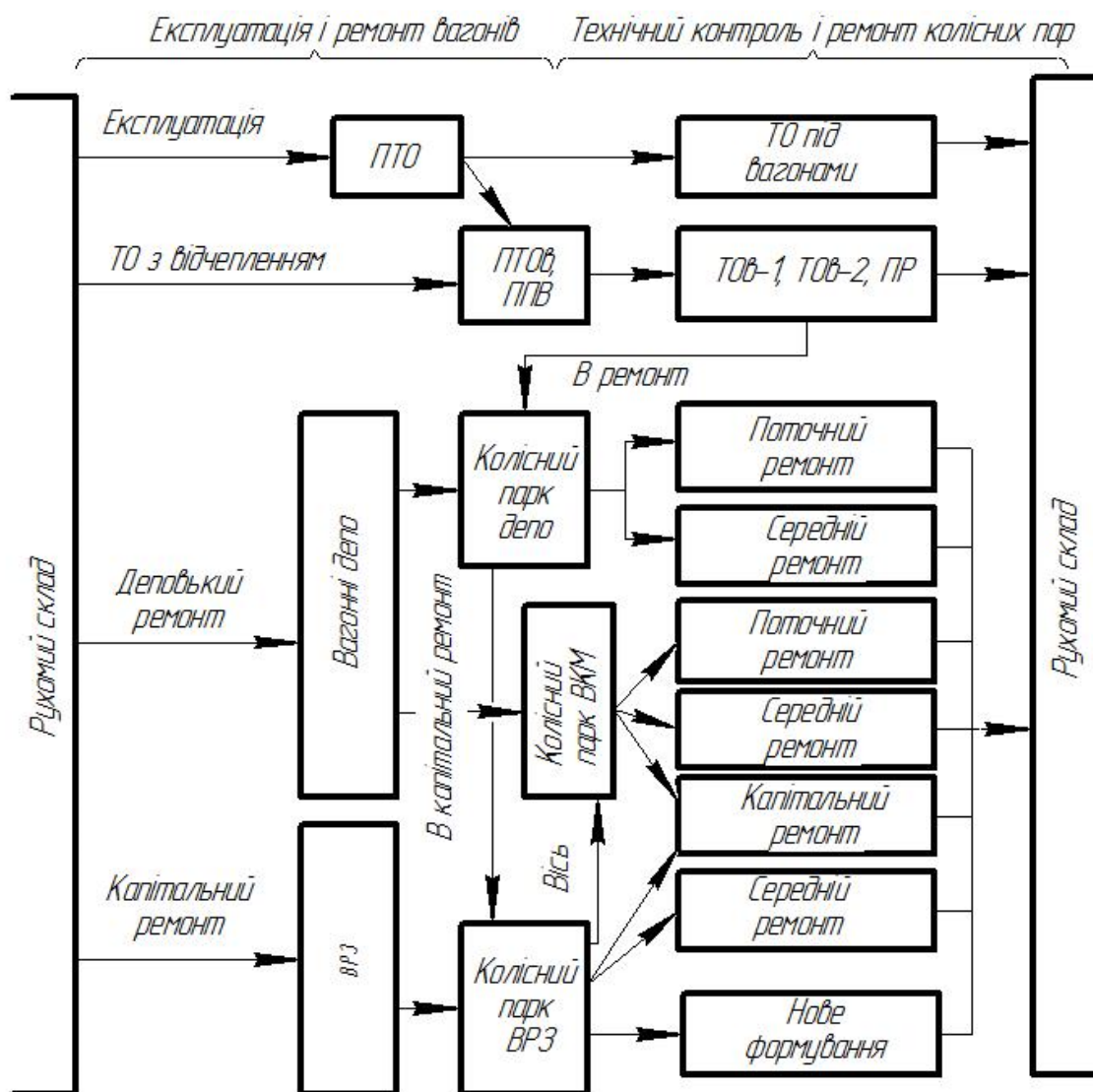


Рис. 8.2. Схема взаємозв'язків між депо, вагоноремонтними заводами і вагоноколісними майстернями

Сукупність колісних дільниць депо та ВКМ і колісних цехів ВРЗ утворює виробничу систему ремонту колісних пар.

Всередині зазначеної системи в процесі огляду і ремонту колісних пар утворюються їхні "кільцеві потоки", що функціонально зв'язують вагоноремонтне виробництво з колісними дільницями і цехами депо, ВКМ і заводів між собою (рис. 8.3).

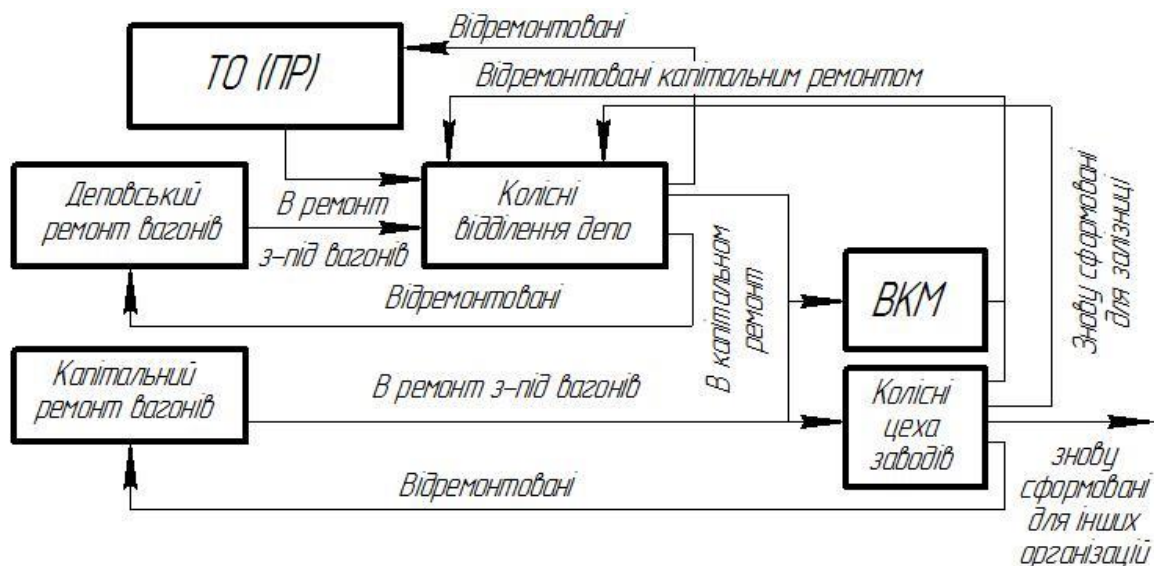


Рис. 8.3. Схема обертання колісних пар у процесі їх ремонту

8.3. Виробнича структура підрозділів з ремонту колісних пар

Виробнича структура колісних дільниць (цехів) вагоноремонтних підприємств визначається складом дільниць (відділень) і порядком їх взаємодії. Одним з головних чинників, що впливають на формування структури колісної дільниці (цеху), є технологія підготовки виробництва, ремонту (формування) колісних пар. Класифікація видів робіт є основою технологічних процесів ремонту і формування колісних пар. Однак незалежно від ступеня диференціації технологічних процесів колісні дільниці (цехи) мають спільну основну структуру, що являє собою сукупність функціонально пов'язаних між собою дільниць.

Колісно-роликів дільниця ремонтного та експлуатаційно-ремонтного вагонного депо може мати виробничу структуру, що представлена на рис. 8.4.

У колісно-роликових дільницях ремонтних та експлуатаційно-ремонтних вагонних депо виконують виключно поточний і середній ремонт колісних пар, тобто без заміни елементів.

До основних підрозділів колісної дільниці (цеху) депо, ВКМ і ВРЗ належать колісний парк, дільниці очищення і обмивання, вхідного контролю і дефектоскопії, відновлення профілю поверхонь кочення коліс і ремонту шийок осей, наплавлювальних робіт (не на всіх підприємствах), вихідного контролю і

дефектоскопії, фарбування і сушіння. У колісних підрозділах ВКМ і ВРЗ, крім зазначених дільниць, є дільниці розпресовування і формування колісних пар, а на ВРЗ, крім того, дільниці механічної обробки осей. До колісних дільниць (цехів) примикають і технологічно тісно з ними пов'язані відділення з ремонту роликів підшипників, де розташовані приміщення демонтажу, монтажу, ремонту і комплектування буксових вузлів.

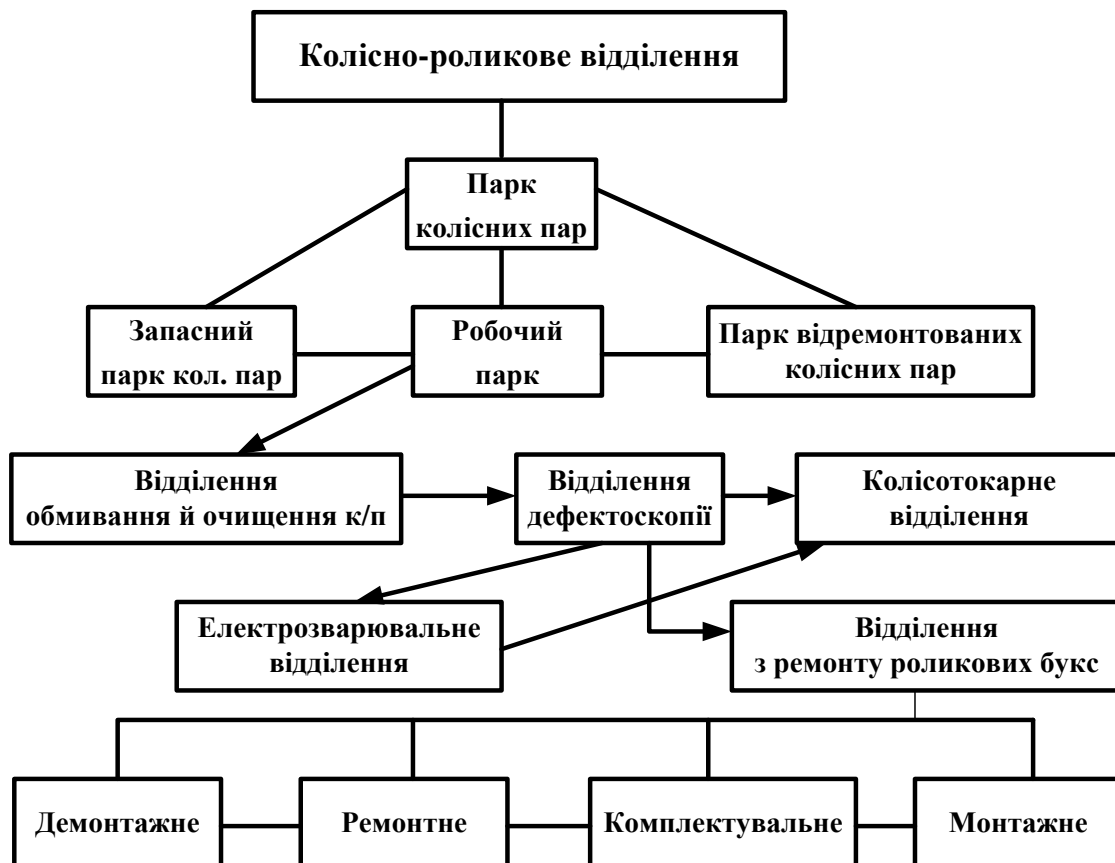


Рис. 8.4. Виробнича структура колісно-роликової дільниці депо

У колісному парку здійснюють підготовку до ремонту, приймання і відправлення, зберігання і сортування за типами колісних пар, коліс і осей та інші роботи.

На дільниці обмивання і очищення колісні пари оглядають до очищення, а потім очищують від бруду, мастила і фарби.

На дільниці вхідного контролю і дефектоскопії виконують магнітну і ультразвукову дефектоскопію колісних пар, їх вибіркове вимірювання, остаточне визначення виду ремонту і заповнення листа форми ВУ-51 "Прихід".

На ділянці відновлення профілю поверхонь кочення коліс і ремонту шийок обточують профілі поверхні кочення коліс, обточують і накатують шийки і передпідматочинні частини осей і виконують зачищення (полірування) шийок і передпідматочинних частин осей колісних пар.

На ділянці наплавлювальних робіт наплавляють гребені коліс і зношені різьби осей колісних пар.

На ділянці вихідного контролю і дефектоскопії оглядають колісні пари, вимірюють і записують їх розміри, виконують магнітну і ультразвукову дефектоскопію колісних пар, заповнюють лист форми ВУ-51 "Витрата" і виконують маркування.

На ділянці фарбування і сушіння фарбують колісні пари і виконують природне або штучне їх сушіння.

На ділянці розпресовування і формування розпресовують і запресовують колісні пари, розточують отвори маточин коліс, обточують, накатують і виконують подальшу магнітну дефектоскопію підматочинних частин осей.

На ділянці механічної обробки виконують в установленій технологічній послідовності грубу, напівчистову і чистову обробку осей.

На кожній вказаній ділянці можна виконувати від одного до декількох видів робіт, а залежно від потужності колісного підрозділу підприємства кожну роботу можуть виконувати, крім того, на одному або на декількох робочих місцях (операціях).

Виробнича структура вагоноколісних майстерень і колісно-роликкових цехів вагоноремонтних заводів має головну відмінність – у них є відділення розпресовування та формування колісних пар. Це обумовлено тим, що, крім поточного та середнього ремонтів (ремонт без заміни елементів), ці підрозділи виконують капітальний ремонт колісних пар (ремонт з заміною елементів колісних пар).

8.4. Розміщення технологічних ділянок (відділень) та обладнання в колісних підрозділах підприємств

Продуктивність колісних ділянок (цехів) вагоноремонтних підприємств значною мірою залежить від раціонального компонування ділянок і відділень, оптимального розміщення

виробничого, підйомно-транспортного та допоміжного обладнання на площі дільниці (цеху). Розміщення обладнання (планування) повинно забезпечувати максимальну прямопотоковість виробничого процесу, безперервність у русі і найменший вантажообіг колісних пар і їхніх елементів у процесі ремонту і формування, а також раціональне використання площі й об'єму будівлі колісного підрозділу.

Крім того, у процесі планування обладнання враховують необхідність забезпечення економії трудових рухів працівників і їх найменшу стомлюваність. Раціональне планування обладнання вимагає дотримання і ряду інших умов, таких, наприклад, як зручність розбирання обладнання при ремонті, виділення майданчиків для розміщення оснащення, міжопераційних заділів, зручність подачі інструментів, допоміжних матеріалів, застосування багатOVERSTATного обслуговування, дотримання правил техніки безпеки.

Водночас схема планування обладнання повинна передбачати можливість внесення до неї змін у процесі удосконалення технологічного процесу ремонту колісних пар. При компонуванні дільниць і відділень колісного підрозділу і розміщенні верстатів у лінії необхідно передбачати найкоротші шляхи руху колісних пар при їх ремонті і не допускати зворотних, кільцевих або петлеподібних рухів, що створюють зустрічні потоки і ускладнюють транспортування колісних пар. Облік і реалізація зазначених вимог при розстановці обладнання багато в чому залежать від конструктивно-технологічних особливостей колісних пар, програми та прийнятої організації виробництва.

При розстановці обладнання необхідно керуватися нормальними розмірами проміжків (розривів) між обладнанням у граничному і поперечному напрямках і розмірами відстаней від стін і колон. Ці розміри повинні гарантувати зручність виконання робіт, безпеку працівників, свободу руху людей і транспортних засобів, можливість виконання ремонту обладнання. Розриви між верстатами, а також між обладнанням і суміжними елементами будинків регламентуються правилами охорони праці та існуючими нормативами, які враховують також зручності експлуатації обладнання. При розміщенні обладнання в потокову

лінію при призначенні відстаней між верстатами необхідно враховувати міжопераційні заділи. На основі планування обладнання і робочих місць визначають площу колісного підрозділу.

За своїм призначенням площа дільниці (цеху) поділяється на виробничу, службову і службово-побутову. Під виробничою площею розуміється площа колісного підрозділу, призначена для здійснення технологічного процесу ремонту та формування колісних пар. До складу виробничої площі входять площі, які зайняті виробничим і підйомно-транспортним устаткуванням, а також стелажми, верстакми, стендами, проходами і проїздами (крім магістральних) між верстатами. До службової відносять площі, зайняті допоміжним обладнанням, магістральними проїздами, складами, коморами та іншими підсобними приміщеннями. На службово-побутовій площі розміщуються конторські та побутові приміщення.

Розрахунок виробничої площі дільниці (цеху) інколи здійснюють за укрупненим показником – питомою площею, що припадає на одиницю обладнання. Питома площа обладнання колісних підрозділів вагоноремонтних підприємств з урахуванням проїздів, проходів, розміщення стелажів становить від 60 до 130 м². Для орієнтовних розрахунків виробничих площ її можна приймати рівною 100 м² без урахування площі колісного парку.

Колісні дільниці та цехи вагонних депо, ВКМ і ВРЗ мають різне компонування дільниць і відділень, на яку впливають такі чинники, як розміри підрозділу підприємства (довжина і ширина прогонів), види підйомно-транспортних засобів, що застосовуються в дільниці (цеху), розташування колісного підрозділу відносно візкової дільниці (цеху) і колісного парку. Від компонування дільниць залежить напрямок потоку (маршрутна лінія руху) колісних пар і їхніх елементів у процесі ремонту та формування. За маршрутною лінією руху судять про прямопотоковість і вантажообіг колісних пар при їх ремонті. Колісні дільниці (цехи) розташовують або у відокремленій окремій будівлі, або під спільним дахом з іншими виробничими підрозділами вагоноремонтного підприємства. За розташуванням колісних парків відносно підрозділів вагоноремонтного

підприємства колісні дільниці (цехи) поділяються на такі типи: з боковим (з боку фасаду), торцевим (з одного або обох торців) і змішаним (з торців і з боків) розташуванням колісного парку.

Місцезнаходження колісного парку ВРЗ, депо і ВКМ, як правило, визначається особливостями генплану ВРЗ і депо, а також станції, де розташоване депо. Велика різноманітність реальних компонувань ділянок колісних цехів утворює різні форми маршрутних ліній руху колісних пар у процесі їх ремонту та формування, серед яких зустрічаються прямолінійні, зигзагоподібні, петльові, перехресні та ін. З великої кількості варіантів компонувань ділянок колісних підрозділів доцільні два типи, які, не порушуючи принципу потоковості, утворюють такі форми маршрутних ліній руху колісних пар, при яких забезпечується найбільша порівняно з іншими формами прямопотоковість і найменший вантажообіг.

Перший тип компонувань характеризується лінійною розстановкою дільниць (відділень) у технологічному порядку виконання робіт. У цьому випадку утворюється прямолінійний розімкнений маршрут руху колісних пар (рис. 8.5, а – колісний підрозділ з боковим розташуванням колісного парку).

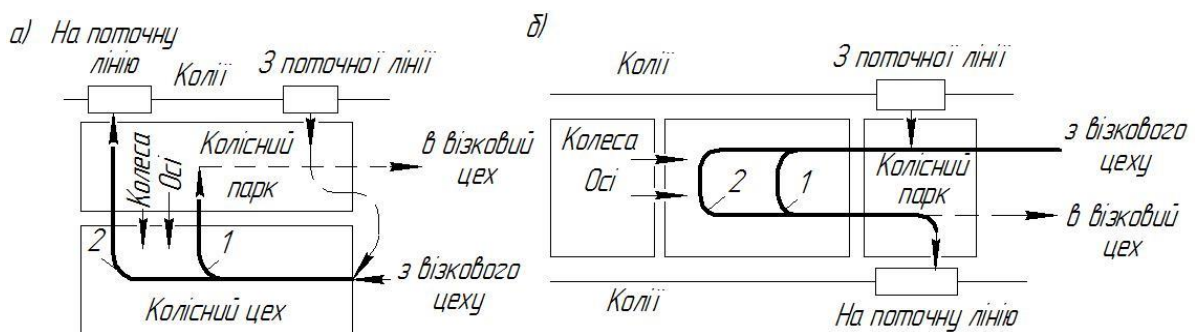


Рис. 8.5. Маршрутні лінії руху колісних пар при їх ремонті

Другий тип компонувань характеризується такою розстановкою дільниць, при якій утворюється U-подібна напівзамкнена маршрутна лінія руху колісних пар (рис. 8.5, б – колісний підрозділ з торцевим розташуванням колісного парку). Обидва зазначених типи компонувань можливі при будь-якому розташуванні колісних парків відносно колісних дільниць (цехів), при цьому утворюються мала і велика гілки маршрутних ліній

Найважливішою додатковою вимогою до розміщення осьових дільниць є забезпечення надійного примикання виходу технологічної лінії обробки осей до дільниць формування колісних пар.

У реальних умовах забезпечити оптимальне планування обладнання не завжди можливо. Однак при розміщенні дільниць і устаткування на виробничій площі колісного підрозділу необхідно прагнути досягнення найбільшої точності і найменшого вантажообігу колісних пар і їхніх елементів у процесі ремонту і формування.

Можливе планування колісно-роlikової дільниці вагонного депо з розміщенням там технологічного обладнання подано на рис. 8.7.

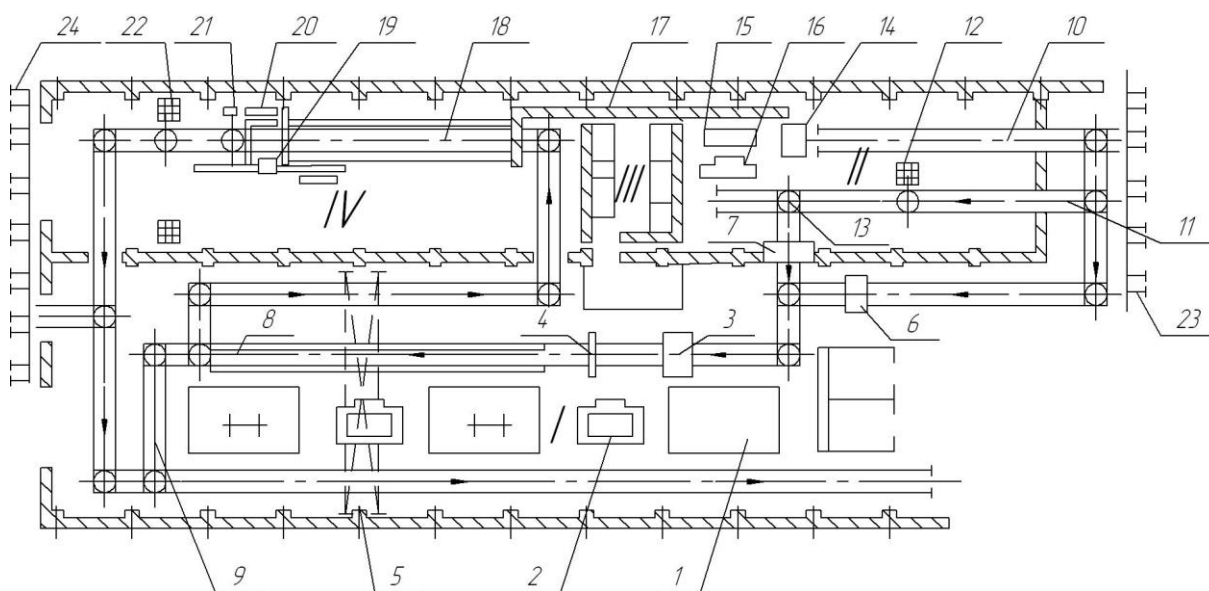


Рис. 8.7. Планування колісно-роlikової дільниці вагонного депо:
 I - відділення ремонту колісних пар; II – відділення демонтажне;
 III- відділення ремонтно-комплектувальне;
 IV – відділення монтажне.

У кожній із вказаних на рис. 8.7 дільниць показано таке обладнання: 1 – колесотокарний верстат; 2 – шийкокатний верстат; 3 – стенд для вимірювання елементів колісних пар; 4 – установка для магнітної та ультразвукової дефектоскопії; 5 – мостовий кран; 6, 7 – мийна машина для обмивання колісних пар; 8 – колія накопичення колісних пар після обточування; 9 – колія проведення проміжної ревізії букс; 10 – колія

накопичення колісних пар перед монтажем; 11 – колія проведення демонтажних робіт; 12 – стенд демонтажу роликів букс; 13 – поворотне коло для колісних пар; 14 – мийна машина для обмивання деталей; 15 – мийна машина для обмивання букс; 16 – мийна машина для обмивання роликів підшипників; 17 – конвеєр-транспортер для букс і деталей; 18 – колія монтажу роликів букс колісних пар; 19 – конвеєр-транспортер для підшипників; 20 – стіл-накопичувач корпусів букс; 21 – буксонадівач; 22 – монтажний стенд; 23 – робочий і запасний парк колісних пар; 24 – парк відремонтованих колісних пар.

На рис. 8.8 показано планування ВКМ з розміщенням там технологічного обладнання.

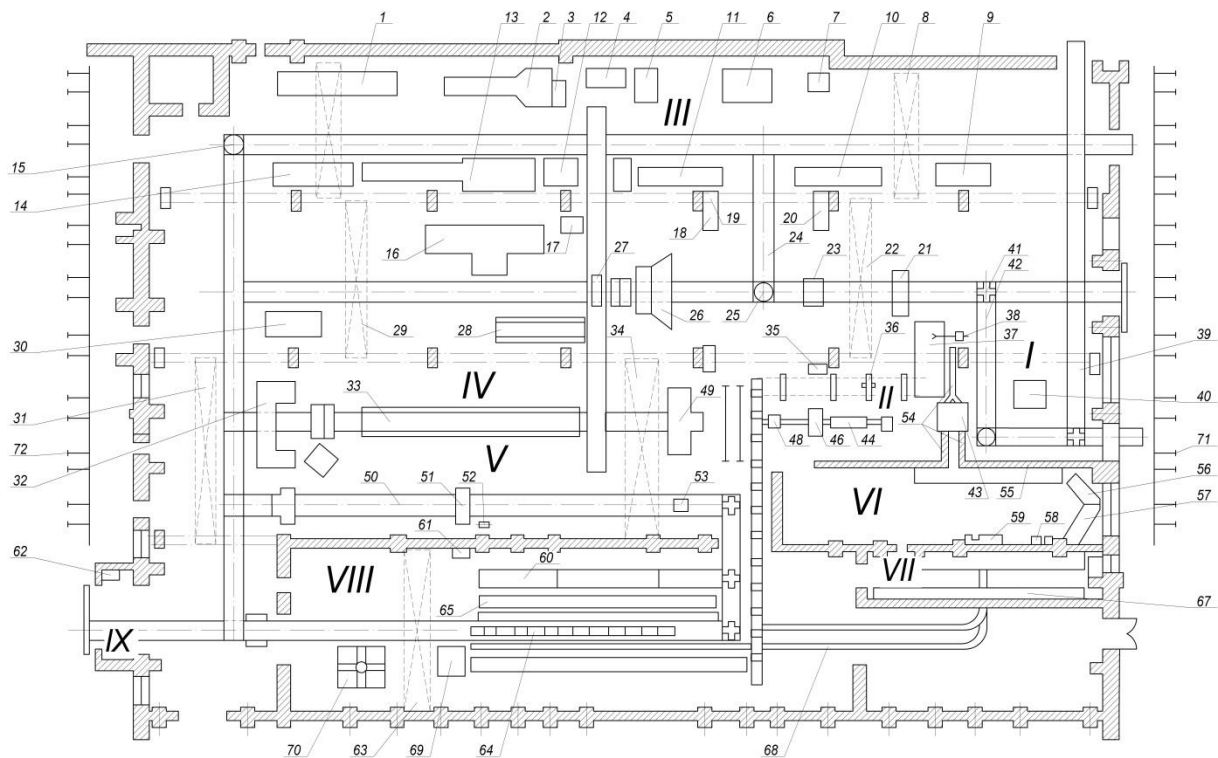


Рис. 8.8. Планування вагоноколісних майстерень: I – відділення демонтажу роликів букс; II – відділення обмивання, очищення та вхідного контролю колісних пар; III – відділення розпресовування та формування колісних пар; IV – відділення відновлення профілю поверхні кочення і ремонту шийок колісних пар; V – відділення вихідного контролю та дефектоскопії; VI-VII – відділення ремонту та комплектування підшипників і буксових вузлів; VIII – відділення монтажу роликів букс; IX – відділення фарбування колісних пар

Кожне виробниче відділення ВКМ оснащено відповідними засобами транспортування і обладнанням, необхідним для ремонту колісних пар, їхніх елементів і буксових вузлів (рис. 8.8): 1, 9 – стелажі для зберігання справних осей і коліс; 2 – гідравлічний прес для запресовування коліс; 3 – індикатор для контролю якості запресовування коліс; 4 – стенд для магнітної дефектоскопії підматочинних частин осі; 5, 6 – карусельні верстати для розточування маточин коліс; 7, 17 – заточувальні верстати; 8, 22, 34, 63 – кран-балки вантажопідйомністю 2 т; 10,11 – верстати для обточування і накатування підматочинних частин осі; 12, 14 – стелажі для зберігання забракованих осей і коліс; 13 – гідравлічний прес для розпресовування колісних пар; 15 – підйомно-поворотний пристрій; 16 – колесотокарний верстат із верхнім завантаженням; 18, 20, 46 – стелажі; 19 – індукційний нагрівач; 21 – автоматична установка для обмивання колісних пар; 23 – стенд для дефектоскопії; 24, 33, 39 – колії накопичення колісних пар; 25 – поворотний пристрій; 26 – вимірювальний стенд; 27 – пристрій для поперечного переміщення колісних пар; 28 – місце для проміжної ревізії; 29 – мостовий кран вантажопідйомністю 10 т; 30 – шийкокатний верстат; 31 – мостовий кран вантажопідйомністю 5 т; 32 – порталний колесотокарний верстат; 35 – свердлильний верстат; 36 – електротельфер вантажопідйомністю 0,5 т; 37 – мийна машина для обмивання корпусів букс; 38 – буксознаміач; 40 – стенд для демонтажу букс; 41 – підйомно-опускний пристрій; 42 – підвищена колія для демонтажу букс; 43 – мийна машина для обмивання підшипників; 44 – мийна машина для обмивання деталей буксового вузла; 48 – транспортер для букс і деталей буксового вузла; 49 – шийкокатний верстат; 50 – колія для огляду, контролю та приймання колісних пар; 51 – установка для магнітної дефектоскопії; 52 – установка для ультразвукової дефектоскопії; 53 – штовхач колісних пар; 54, 55 – лотки для транспортування підшипників; 56 – пристрій для розбирання підшипників; 57 – верстак для ремонту підшипників; 58 – пристрій для шліфування роликів; 59 – пристрій для шліфування бортів зовнішніх кілець підшипників; 60 – підвищена колія для монтажу букс; 61 – електропіч; 62 – місце для

зберігання та приготування фарби; 64 – штовхач; 65 – конвеєр для транспортування букс; 66 – лотки для транспортування підшипників; 67 – верстак для комплектування підшипників; 69, 70 – стенди для монтажу букс; 71 – парк несправних колісних пар; 72 – парк справних колісних пар.

Із закордонного досвіду розміщення обладнання на рис. 8.9 показано планування високопродуктивного колісного цеху об'єднаних колісних майстерень у Норт-Літл-Рок (США). Колісний цех обладнаний автоматичною конвеєрною лінією ремонту колісних пар з заміною елементів з електронним управлінням.

Робота в колісному цеху організована так. Завантажені колісними парами у два яруси платформи 19 прибувають для ремонту і подаються на колію 18. Там вони встановлюються за допомогою маневрової лебідки під розвантаження в заданому місці під навісом 20.

Платформи вивантажують автоматичним краном 21, а вантажать їх однобалковим мостовим краном 22. Маневрова лебідка може одночасно переміщати по колії до 12 платформ.

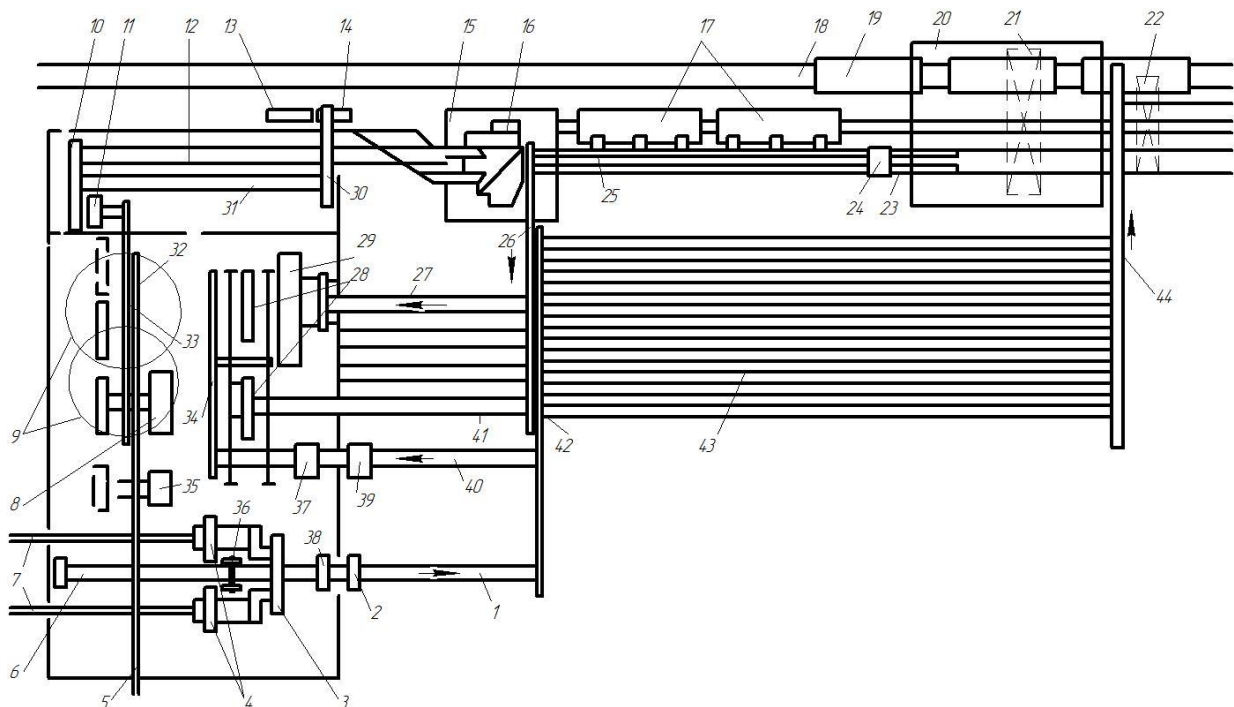


Рис. 8.9. Планування автоматизованого колісного цеху

Кран 21 переміщує колісні пари на ланцюговий вантажоведучий конвеєр 23, який транспортує їх до автоматичної мийної машини 24, а потім до приміщення вхідного контролю 15, де виконують необхідні вимірювання і виконують ультразвукову дефектоскопію (УЗД) колісних пар.

За даними вимірювання, зовнішнього огляду та УЗД приймають рішення про вид ремонту колісних пар.

При ремонті колісних пар без заміни елементів вони з приміщення 15 конвеєром 26 передаються або на колію 27 для обточування коліс на колесотокарному верстаті 29 з подальшою обробкою шийок на верстатах 28, або на колію 41, з якої колісні пари надходять на один з верстатів 28 для обробки шийок осей (коли не потрібно обточування профілю поверхонь кочення коліс). Після обробки коліс і шийок колісні пари по конвеєру 34 передаються на колію 40, де проходять контроль 37, фарбування 39 і потім транспортером 42 доставляються на похилі колії 43 парку готової продукції.

При ремонті колісних пар з заміною елементів останні надходять на гідравлічний прес 16, на якому колеса розпресовуються з осей. Розпресовані браковані колеса автоматично виводяться з преса спеціальними підйомниками і транспортуються підвісним конвеєром 25 у напіввагони 17 і відправляються в металобрухт. Браковані осі видаляються з преса конвеєром на майданчик складування 13 бракованих осей. Придатні для подальшої експлуатації осі з преса 16 передаються на чотирирусний стелаж 12, а заготовки нових осей з площадки 14 передаються в цех по конвеєру 30 і надходять на чотирирусний стелаж 31. Стелажі 12 і 31 обладнані ланцюговими конвеєрами і мають загальну місткість близько 800 осей.

Зі стелажів 12 і 31 осі підйомником подаються на приймальну частину конвеєра 10, який передає їх у мийну машину 11, де вони обмиваються водою під великим тиском. Після обмивання осі надходять на верхній конвеєр 33, який передає їх на автоматичні токарні верстати 9 для обробки підматочинних частин і шийок, з яких вони подаються на нижній конвеєр 32 і транспортуються до вісенакатного верстата 8 для зміцнюючого накатування. Оброблена на верстаті 8 вісь

передається на нижній конвеєр 32, по якому вона транспортується до установки для магнітної дефектоскопії 35. При виявленні дефекту вісь бракується і за допомогою конвеєра 5 видаляється з цеху.

Осі, що не мають дефектів, передаються конвеєром 5 на горизонтальний ланцюговий конвеєр 6, який переміщує їх до автомата 36 для вимірювання підматочинних частин. Колеса подаються в цех по похилих жолобах 7, розточуються на карусельних верстатах 4 і запресовуються на осі за допомогою автоматичного преса 3.

Автомат 36, карусельні верстати 4 і прес 3 разом з транспортними засобами складають єдиний автоматичний комплекс. Автомат 36 забезпечує управління роботою карусельних верстатів 4, які за заданими розмірами підматочинних частин розточують отвори маточин з урахуванням необхідного натягу. Після запресовування колісні пари надходять на колію 1, проходять вихідний контроль 38, фарбування 2 і передаються на конвеєр 42, який транспортує їх на похилі колії 43. З колій 43 готові колісні пари конвеєром 44 передаються для завантаження у вагони.

8.5. Оснащення колісних дільниць (цехів) підйомно-транспортними засобами

На продуктивність праці та інтенсивність використання технологічного устаткування істотно впливають вантажно-розвантажувальні, транспортні та підйомно-транспортні засоби, які застосовуються в колісних дільницях (цехах). У комплексі з технологічним обладнанням вони визначають рівень механізації і автоматизації виробничого процесу ремонту і формування колісних пар. Підйомно-транспортні машини й пристрої, що застосовуються в колісних підрозділах, повинні враховувати особливості організації та програму ремонту і формування колісних пар, характер виробів, що транспортуються (маса, габаритні розміри, форма), тип і розміри будівель колісних підрозділів вагоноремонтних підприємств. Вони повинні забезпечувати заданий рівень механізації та автоматизації підйомно-транспортних робіт, мати необхідну надійність і

достатню продуктивність, забезпечувати найбільш сприятливі умови праці та найменшу вартість переміщення колісних пар і їхніх елементів. Підйомно-транспортні засоби в колісних цехах забезпечують завантаження верстатів і накопичувачів, їх розвантаження, транспортування та зберігання колісних пар, осей і коліс у процесі ремонту і формування колісних пар, забезпечують транспортування стружки і допоміжних матеріалів, що використовуються при ремонті устаткування.

У колісних цехах вагоноремонтних і вагонобудівних підприємств застосовують різні засоби механізації підйомно-транспортних робіт. Всі ці засоби розділені на дві групи: основні і допоміжні. До групи основних засобів належать підйомно-транспортні машини періодичної і безперервної дії. При цьому до машин періодичної дії належать різні вантажопідйомні крани, монорельсовий і підлоговий транспорт, а до машин безперервної дії – конвеєри різного типу. До групи допоміжних засобів належать вантажозахоплювальні пристрої, кантувачі, самопливні, поворотні та інші пристрої.

З усього різноманіття підйомно-транспортних засобів у колісних цехах найбільшого поширення набули підйомно-транспортні машини періодичної дії та допоміжні пристрої (захоплювальні пристосування, стелажі, поворотні пристрої, похилі колії для переміщення колісних пар, жолоби для коліс). На ряді підприємств знайшли застосування вантажоведучі, роликові або пластинчасті конвеєри та однорейкові підвісні шляхи. Вантажоведучі конвеєри використовують для транспортування колісних пар, осей і коліс, а роликові і пластинчасті – переважно для транспортування коліс і осей. Вантажоведучі конвеєри простіше за конструкцією і надійніше в експлуатації, ніж ланцюгові, вони не вимагають для свого розміщення великих площ. Роликові конвеєри простіше, ніж пластинчасті, вони дозволяють виконувати установлення деталей на робочі місця і створювати рухомі заділи коліс і осей на конвеєрі. Для однорейкових підвісних доріг найчастіше використовують типові електроталі або електроталі зі спеціальною приставкою – з автоматичним адресуванням.

Найбільш поширеним транспортним засобом для подачі осей з колісного парку в цех є механізований візок. При цьому осі

в парку зі стелажів 4 (рис. 8.10, а) завантажують мостовим краном 5 на візок 3, який переміщується в цех, де з нього краном 1 осі розвантажують на стелажі 2.

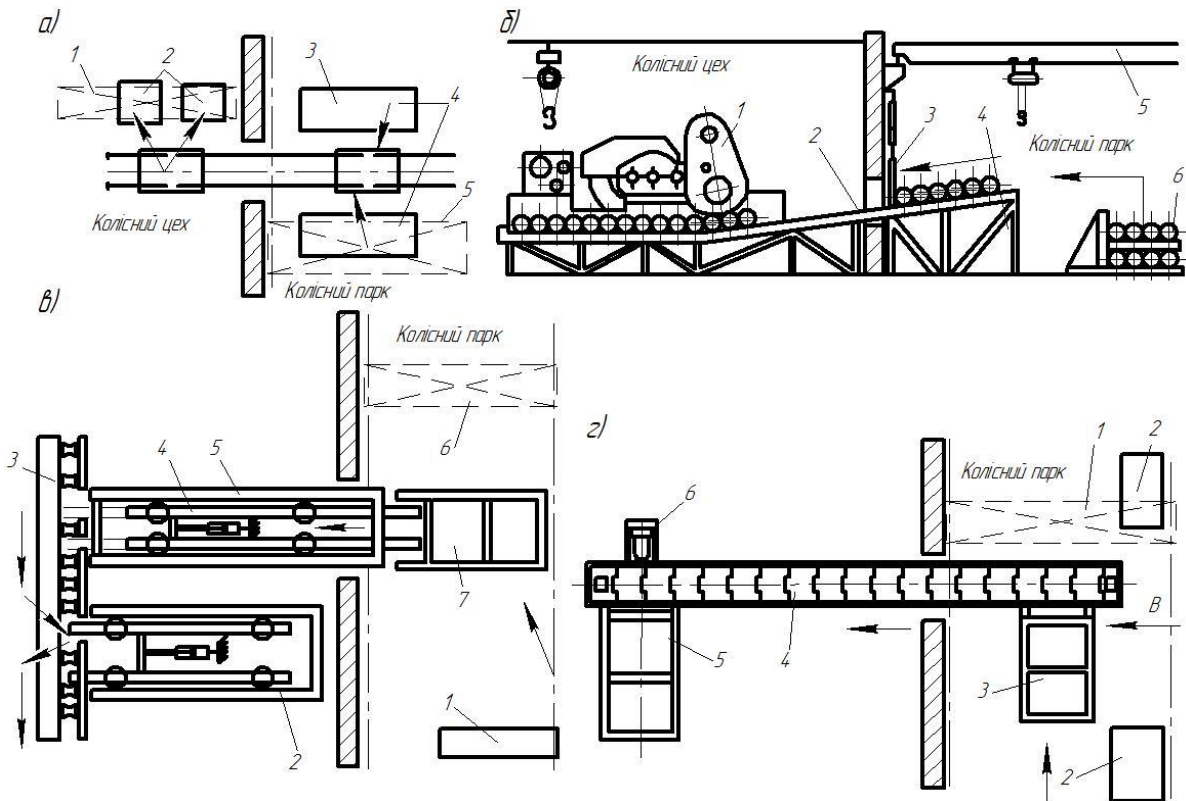


Рис. 8.10. Схеми транспортування осей із колісного парку в цех за допомогою: а – механізованого візка; б – похилого спуску; в – крокуючого конвеєра; г – ланцюгового конвеєра

Часто застосовують способи транспортування в цех осей за допомогою гравітаційного спуску (стелажа з похилими напрямними) і конвеєрів (ланцюгового, вертикально-замкненого і крокуючого). При використанні пристрою з похилими напрямними осі зі стелажа 6 (рис. 8.10, б) мостовим краном 5 укладають на приймальну частину стелажа 4, і після підняття заслінки 3 вони скочуються по похилих напрямних 2 до верстатів 1.

При використанні крокуючого конвеєра осі з місць зберігання 1 (рис. 8.10, в) мостовим краном 6 укладають на приймальний стелаж 7. При підніманні несучої рами 4 конвеєра 5 осі піднімаються і, перемістившись на крок, знімаються зі

стелажа 7. Далі осі з крокуючого конвеєра 5 передаються на роликівий конвеєр 3, за яким вони або надходять до верстатів або в магазин-накопичувач 2.

При застосуванні ланцюгового конвеєра осі з місць зберігання 2 (рис. 8.10, з) мостовим краном 1 укладають на приймальний стелаж 3, з якого вони автоматично подаються на конвеєр 4. У цеху осі автоматично розвантажуються на стелаж 5 за допомогою куркового штовхача 6.

Порівнюючи схеми транспортування осей з парку в цех, видно, що найбільш простим засобом пересування є стелаж з похилими напрямними. Однак з точки зору автоматизації процесу подачі осей перспективними є конвеєри. З них перевагу слід віддати надійнішому ланцюговому конвеєру, який має можливість транспортувати осі на більшу відстань, ніж крокуючий.

Подача коліс у цех з колісного парку здійснюється або за допомогою візків, або за допомогою похилих жолобів. У першому випадку колеса зі стелажів 1 (рис. 8.11, а) мостовим краном 3 завантажують на візок 2, а в цеху краном 9 розвантажують на стелажі 8. У другому випадку колеса з місць зберігання 8 (рис. 8.11, б) мостовим краном 9 подають на стелаж 7 і консольним краном 4 встановлюють у похилий жолоб 6, по якому вони скочуються в цех. Пройшовши через пристрій 5 для вимірювання діаметрів коліс, останні за допомогою візка 3 розподіляються в осередки спеціалізованого за діаметрами коліс стелажа 2, що має ухил напрямних у бік цеху. У цеху колеса в першому випадку мостовим краном 9 (рис. 8.11, а) зі стелажів 8 подають до стелажів 6 карусельних верстатів 4, на планшайби яких встановлюють і знімають індивідуальними консольними кранами 7, а оброблені колеса краном 9 подають для запресовування на стелаж 5.

У другому випадку для транспортування коліс у цеху застосовують однорейкову підвісну колію з автоматичним адресуванням вантажів. При цьому електроталі 1 (рис. 8.11, б) завантажують колесами зі стелажа 2 і відправляють за своїми адресами на стелажі 13 верстатів 11, де їх розвантажують і далі переміщують на стелаж 12 з обробленими колесами і потім назад по кільцевій монорейці до стелажа 2. Мостовий кран 10 є резервним, а завантаження верстатів здійснюється консольними кранами 14.

Застосування однорейкової підвісної колії покращує організацію і умови праці в цеху, забезпечує безперебійну подачу коліс до верстатів і дозволяє зменшити кількість допоміжних працівників.

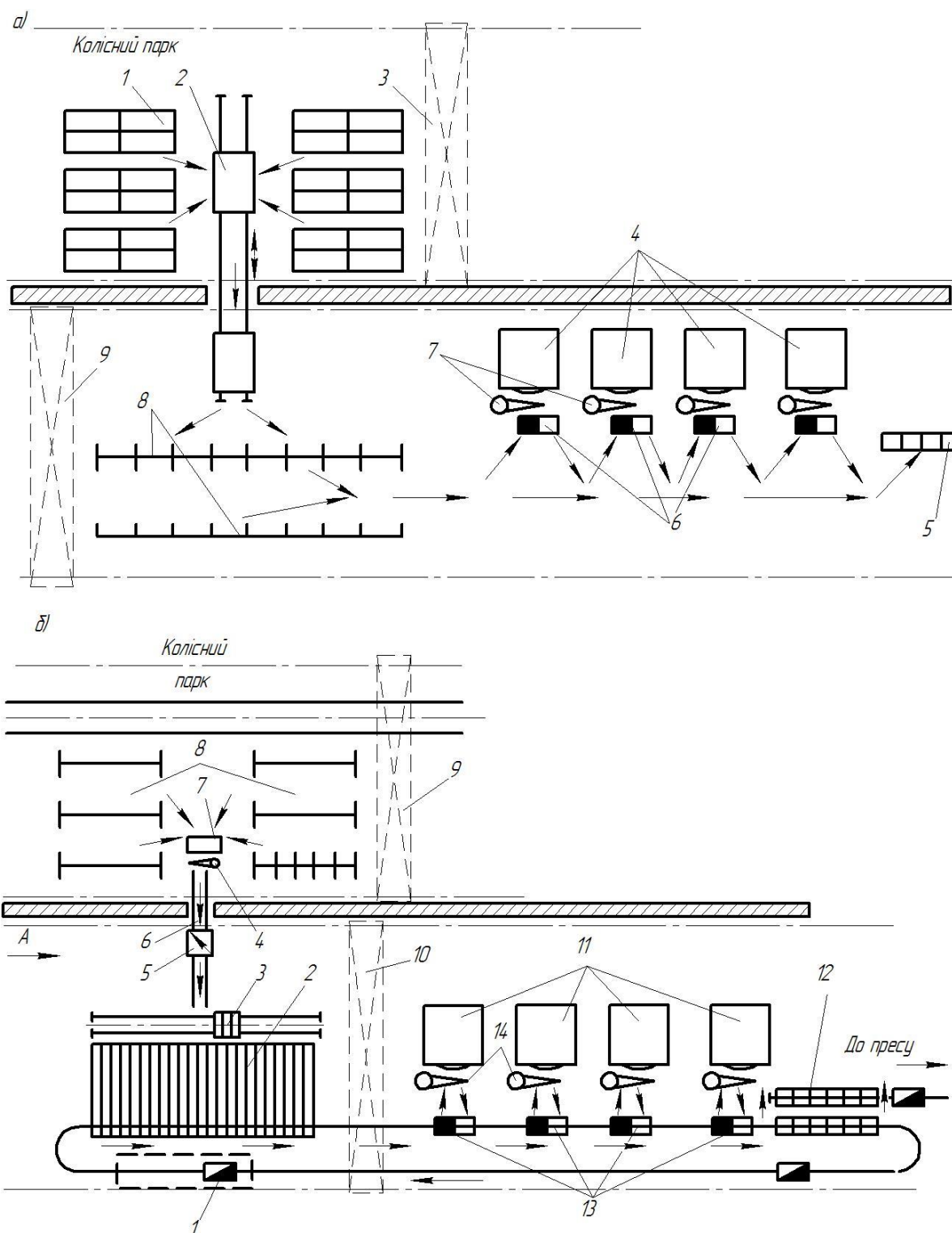


Рис. 8.11. Схеми транспортування коліс за допомогою:
 а – механізованого візка і мостового крана; б – похилого
 жолоба і підвісної монорейкової колії

Транспортування осей і встановлення їх на верстати в процесі обробки в багатьох колісних цехах виконується мостовими кранами, кран-балками, іноді консольними кранами та електроталями, що обслуговують групу верстатів. Групове обслуговування верстатів одним краном часто призводить до простоїв верстатів в очікуванні крана. Такі простої відсутні, якщо поточкові лінії забезпечені конвеєрами та індивідуальними для кожного верстата засобами завантаження.

Найбільш характерними для осьових ліній є три способи транспортування осей: за допомогою індивідуальних електроталей; монорейки; конвеєри з подовжнім або поперечним розташуванням осі.

Перший спосіб реалізується так. Над верстатами 1 (рис. 8.12, а) розміщена монорейка 2, по якій пересуваються електроталі 3.

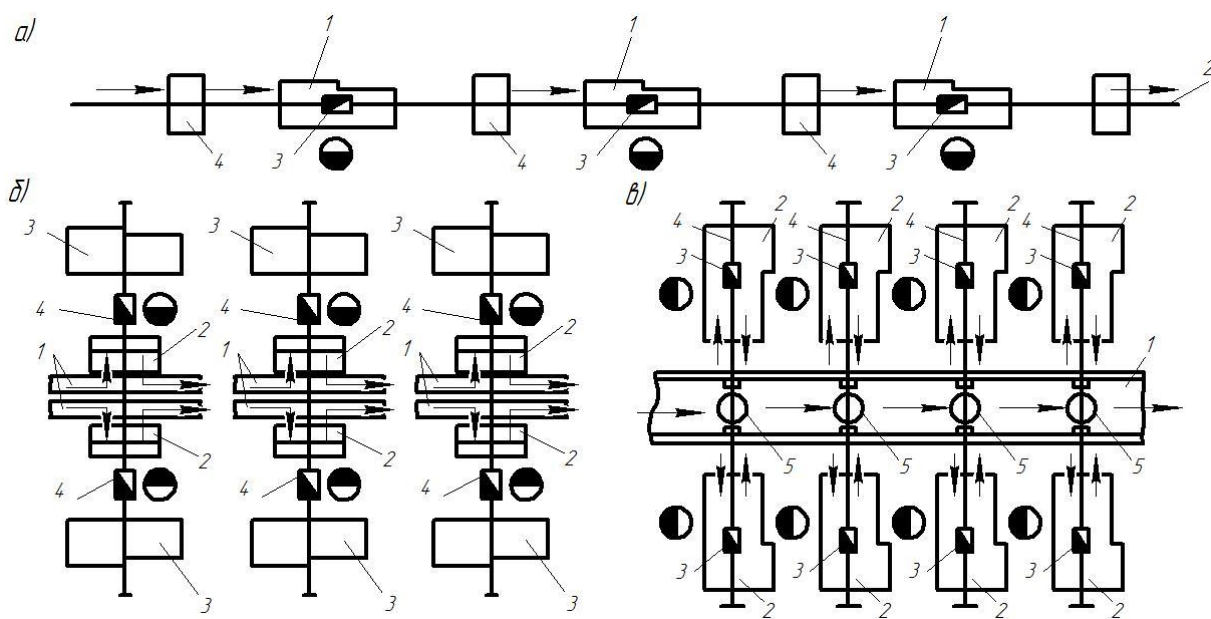


Рис. 8.12. Схеми транспортування осей до верстатів

За кожним верстатом закріплена окремий електроталь. Вісь зі стелажа 4 за допомогою електроталей 3 встановлюють на верстат і після обробки передають на наступний стелаж, з якого другий електроталь її встановлює на сусідній верстат для виконання наступної операції. Таким чином, вісь у процесі обробки проходить всі технологічні операції. Застосування

індивідуальних електроталів для транспортування осей дозволяє виключити простої устаткування.

Другий спосіб транспортування осей здійснюється двоярусним приводним роликним конвеєром 1 (рис. 8.12, б) з подовжнім переміщенням осі, який забезпечений двоярусними стелажми-накопичувачами 2 і електроталями 4 біля кожного верстата 3.

При дворядному розташуванні верстатів застосовується здвоєний конвеєр (рис. 8.13), а при однорядному – одинарний. Над верстатами 3 і стелажми 2 розміщені монорейки 4 і електроталі 5 із захоплювачами 6. Цей конвеєр, що складається з окремих секцій, працює так. Осі по ходу технологічного процесу переміщуються по верхньому рольгангу 1 конвеєра і автоматично скидаються на верхні похилі напрямні стелаж-накопичувача 2, якими вони скочуються до упора. За допомогою електроталів 5 і захоплювачів 6 здійснюється установа на верстаті 3 і зняття з них деталей. Після обробки осі передаються на похилі напрямні стелаж 2, з яких вони надходять на нижній рольганг конвеєра і транспортуються на інший верстат, що виконує наступну операцію.

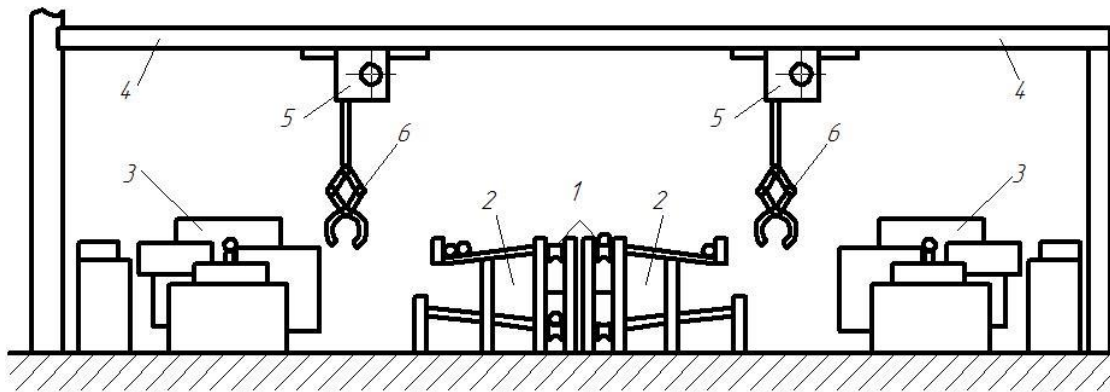


Рис. 8.13. Поперечний розріз здвоєного конвеєра для транспортування осей

Цей верстат завантажується осями вже з нижніх напрямних стелаж, а оброблені осі встановлюються на верхні напрямні цього стелаж і переміщуються по верхньому рольгангу конвеєра. Таке чергування рівнів руху осей від однієї операції до

іншої забезпечує автономне прямопотокове переміщення в процесі їх обробки на лінії.

Третій спосіб транспортування осей характеризується їх поперечним переміщенням за допомогою приводного або безприводного конвеєра 1 (рис. 8.12, в). У цьому випадку осі також встановлюють на верстати 2 і знімають з них електроталіями 3, рухливо зв'язаними з монорейками 4. У якості приводних конвеєрів для поперечного переміщення осей можуть використовуватися, наприклад, ланцюгові, а в якості безприводних – стелажі, що мають похилі напрямні і автоматичні відсікачі 5, які фіксують положення осей під кожною монорейкою. Такі конвеєри є одночасно і рухливими накопичувачами осей. Електроталі таких конвеєрів оснащені захоплювачами з видовженими рукоятками, які забезпечують зручність зняття з конвеєра і установа на нього осей.

Великий вплив на ефективність капітального ремонту і нового формування колісних пар має підйомно-транспортне устаткування дільниці формування. Подача осей і коліс до преса забезпечується, як правило, мостовими кранами. Попереднє складання колісних пар перед запресовуванням проводиться за допомогою ручних талів або електроталів безпосередньо на пресі. На це йде багато часу і знижується ефективність використання преса. Для того щоб виключити ці втрати, у ряді колісних цехів попереднє складання колісних пар здійснюють поза пресом на спеціальних стендах, обладнаних підйомно-транспортними засобами, і вже після цього колісну пару встановлюють на прес. У цьому випадку колеса і осі подають до стенда різними засобами, наприклад кранами, електроталіями, конвеєрами. При цьому осі і колеса зі стелажів 3 і 1 електроталіями 2 (рис. 8.14, а) або краном 2 (рис. 8.14, б) подають на стенд 5 попереднього складання колісних пар, який обладнаний похилим або гравітаційним стелажем 4 для осей і двома похилими жолобами 6 для коліс.

Останні за допомогою електроталів 7 навішують на осі. Далі попередньо зібрані колісні пари подають навісними або наземними візками 8 до преса 9 для остаточного їх запресовування. Сформовані колісні пари транспортуються по похилій колії 10.

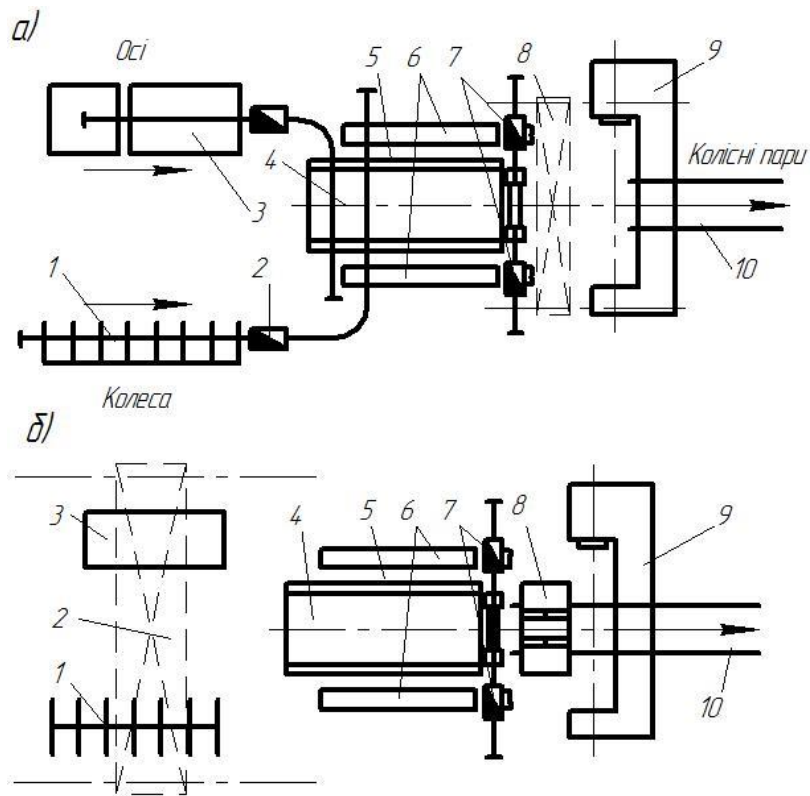


Рис. 8.14. Схеми транспортування осей і коліс при формуванні колісних пар

Гравітаційний стелаж складається з каркаса 1 (рис. 8.15) з похилими напрямними 2, кожна з яких виконана у вигляді двох щік.

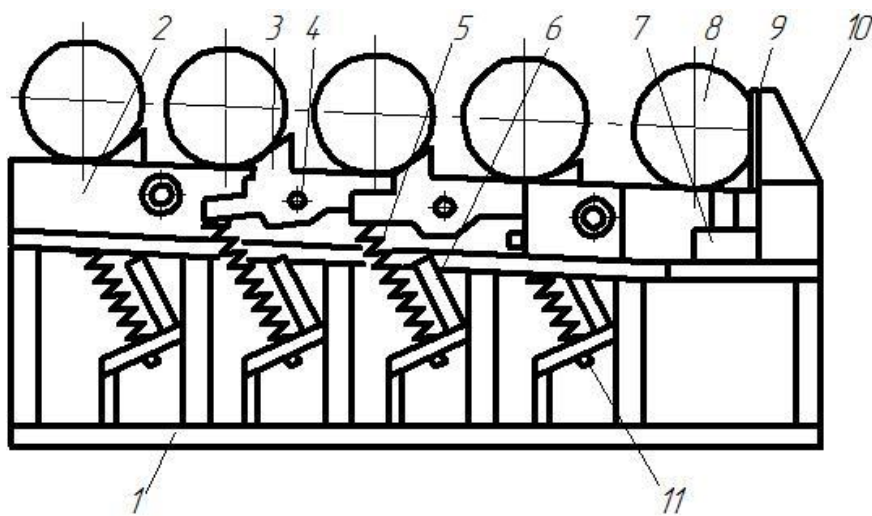


Рис. 8.15. Гравітаційний стелаж для осей

Між щоками розташовані в шаховому порядку кулачки 3, шарнірно укріплені на опорних осях 4. Кожен з кулачків 3 з боку виступної частини забезпечений пружиною 5. Остання одним кінцем з'єднана з кулачком, а іншим – з гвинтом 11, яким забезпечується різний попередній її натяг. Стелаж забезпечений також обмежувачами 6 повороту кулачків. Нижня пара кулачків спирається на опорний брус 7. Осі 4 вставлені в отвори напрямних 2 та закріплені шайбами і шплінтами. Для виключення шуму і ударів верхні частини кулачків 3 і похилі напрямні 2 армовані м'яким металом, а опорні частини обмежувачів 6 бруса 7 і упора 10 армовані накладками 9 зі щільної гуми. Під дією пружин 5 і маси осей 8, діючої на ліві виступні частини кулачків 3, останні прагнуть повернутися проти годинникової стрілки, але цьому перешкоджають сусідні осі, що лежать над правими неvistупними частинами кулачків 3. При знятті крайньої правої осі 8 кулачок 3 розвернеться проти годинникової стрілки під дією пружин 5 і сусідньої вище розміщеної осі. Ліві виступні частини кулачків потонуть і забезпечать просування осі. Далі по черзі спрацьовують всі кулачки. Таким чином, всі осі, що знаходяться на гравітаційному стелажі, пересунуться автоматично на один крок.

Підпружинені кулачки забезпечують гасіння швидкостей осей, що переміщуються по всій довжині напрямних при незаповненому стелажі. Конструкція стелажа забезпечує зберігання осей від пошкоджень і виключає взаємне зіштовхування їх. Наявність проміжку між осями дає можливість зняття зі стелажа й встановлення останніх на стелаж за допомогою жорстких механічних захоплювачів та інших чалкових засобів.

Транспортування колісних пар у колісних цехах здійснюється мостовими кранами, конвеєрами, по похилих коліях з керованими упорами і сповільнювачами і вручну – перекочуванням по коліях. Найбільш перспективними способами переміщення колісних пар у процесі їх ремонту є конвеєрні. Більш простим конвеєром є вантажоведучий канатний конвеєр, який складається з приводної лебідки 5 (рис. 8.16, а), ведучого каната 3, візків 2 зі штовхачами, що кріпляться до каната, натяжного блока 1 і напрямних 4, по яких переміщуються візки штовхачів.

Іншим варіантом транспортування колісних пар є штанговий штовхаючий конвеєр. Конвеєр складається зі штанги 7 (рис. 8.16, б), на якій закріплені штовхачі 2, зв'язані з гідроприводом 8. При вмиканні гідропривода 8 штанга 7 починає рухатися, і штовхачі 2 переміщують перед собою колісні пари б.

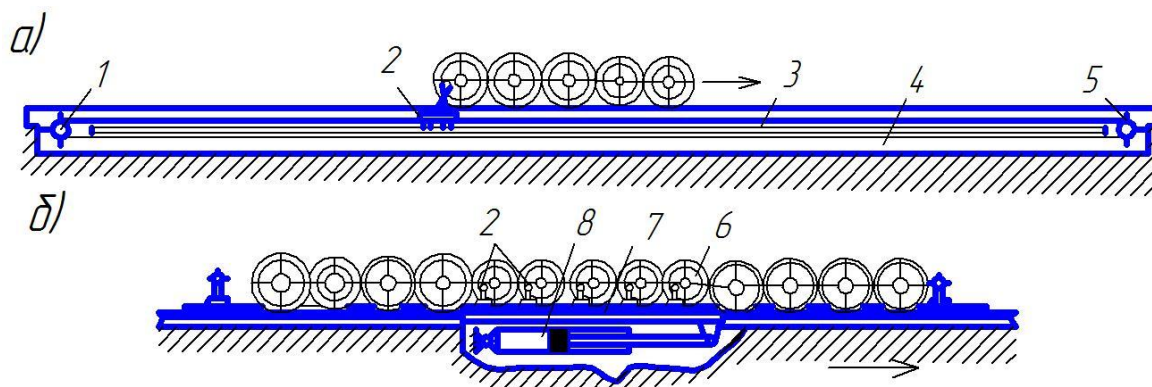


Рис. 8.16. Схеми вантажоведучих канатного (а) і штангового (б) конвеєрів для транспортування колісних пар

Штанговий конвеєр може працювати в автоматичному режимі з заданим ритмом руху. Застосування таких конвеєрів забезпечує рівномірну подачу колісних пар на обробку і створення рухливих запасів на потоковій лінії ремонту колісних пар.

На поточкових лініях, наприклад демонтажу або монтажу роликівих букс з примусовим тактом, необхідний конвеєр, який забезпечує одночасне переміщення на крок всієї партії колісних пар і строгу фіксацію кожної колісної пари на відповідній позиції.

Конвеєр для фіксації і переміщення по рейковій колії колісних пар містить V-подібні важелі 4 (рис. 8.17), одне плече яких з'єднане штангами 2 з рухливими напрямними рамками 6, що з'єднані між собою тягою 5 і мають силовий привод 9.

Кожна рамка має механізм 7 для регулювання положення. Фіксація колісних пар на позиціях здійснюється за допомогою упорів 8, зв'язаних через гнучку тягу 11 між собою і з пневматичним приводом 10. Пружина 1 повертає у вихідне положення рамки 6, а пружина 3 завершує поворот V-подібних важелів 4 до положення, коли їхні праві плечі виявляються нижче

рівня головок рейок, виїмка в яких забезпечує точне установлення на позиції колісних пар з різними діаметрами коліс.

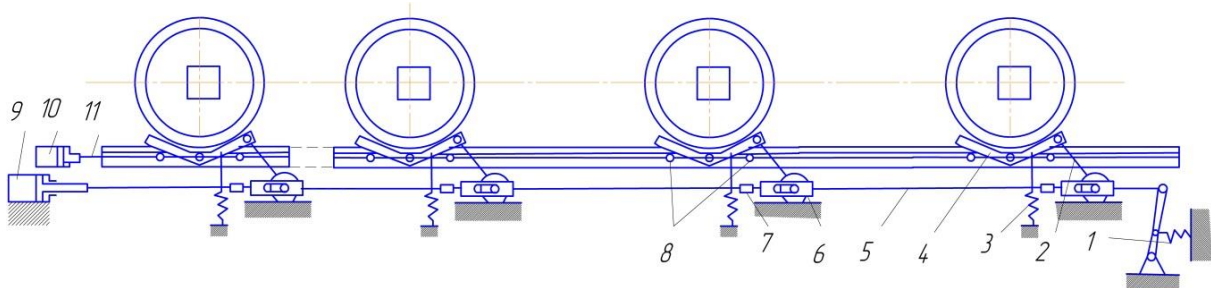


Рис. 8.17. Схема конвеєра для фіксації та переміщення партії колісних пар

У вихідному положенні праві плечі V-подібних важелів опущені, і при перекочуванні колісні пари наїжджають на ліві плечі і повертають V-подібні важелі. Упори 8 під дією пружин встановлюються під плечі важелів і фіксують (замикають) колісні пари. Наявність вільного ходу для нижнього кінця штанги 2 дає можливість кожному важелю індивідуально повертатися і замикати колісну пару. Після виконання на кожній позиції потокової лінії відповідної операції стиснене повітря надходить у пневмоциліндр 10, поршень якого через трос 11 прибирає упори 8, і в силовий привод 9, який здійснює поворот усіх V-подібних важелів і переміщення колісних пар з позиції на позицію. Коли повітря з циліндра 9 вийде в атмосферу, під дією пружини 1 V-подібні важелі повертаються у вихідне положення, а рамки 6 - у крайнє праве. Під дією пружин 3 і завдяки вільному ходу нижнього кінця штанг 2 в прорізи рамок 6 важелі займуть вихідне положення. Упори 8 знаходяться в прибраному положенні до тих пір, поки V-подібні важелі не займуть це крайнє праве положення. Стиснене повітря вийде з циліндра 10, і упори 8 під дією своїх пружин встануть під плечі V-подібних важелів. Описаний конвеєр може працювати в автоматичному режимі.

Для поперечного переміщення колісних пар у колісних цехах застосовують пристрої для поперечного переміщення, а для зміни напрямку руху – поворотні кола.

Застосування тих або інших транспортних засобів у колісних підрозділах вагоноремонтних підприємств залежить від багатьох чинників і конкретних умов. Однак на основі розглянутих способів і засобів транспортування надається можливість створення раціональної транспортної системи, що охоплює в комплексі всі ділянки колісного підрозділу вагоноремонтного або вагонобудівного підприємств.

Контрольні питання

1. Які основні принципи організації виробничого процесу ремонту колісних пар.
2. Які існують види ремонту колісних пар і де вони виконуються?
3. Коли проводиться поточний ремонт колісних пар?
4. Коли проводиться середній ремонт колісних пар?
5. Коли проводиться капітальний ремонт колісних пар?
6. Яка маршрутна технологія поточного ремонту колісних пар?
7. Яка маршрутна технологія середнього ремонту колісних пар?
8. Яка послідовність робіт при виконанні капітального ремонту колісних пар?
9. Що являє собою виробнича структура колісно-роlikової ділянки ремонтного вагонного депо?
10. Що являє собою виробнича структура вагоноколісних майстерень?
11. Яке основне технологічне обладнання необхідно мати в колісній ділянці ремонтного вагонного депо?
12. Яке основне технологічне обладнання необхідно мати у вагоноколісних майстернях і колісних цехах вагоноремонтних заводів?
13. Які підйомно-транспортні засоби використовуються в колісних ділянках ремонтних вагонних депо?
14. Які підйомно-транспортні засоби використовуються в колісних цехах вагоноремонтних заводів?

9. РЕМОНТ ЕЛЕМЕНТІВ КОЛІСНИХ ПАР

9.1. Механічна обробка ободів коліс

Дефекти на поверхні кочення коліс, що виникають в експлуатації, у колісних підрозділах вагоноремонтних підприємств при ремонті колісних пар усувають механічною обробкою. При цьому обробці піддають поверхні кочення, фаски, гребені та внутрішні грані коліс у тих випадках, коли різниця відстаней між ними в різних точках однієї колісної пари перевищує 2 мм. За необхідності обробляють і зовнішні грані. Дозволяється проводити обточування коліс методом глибинного шліфування.

Зовнішню бокову поверхню обода колеса допускається обточувати тільки для усунення дефектів поверхні та нерівностей прокатки за умови, що при обточуванні не будуть зрізані клейма, поставлені в гарячому стані на заводі-виготівнику, і ширина обода колеса буде не менше від допустимої.

Для збільшення терміну служби старопридатних суцільнокатаних коліс дозволяється залишати чорновини на гребені глибиною не більше 2 мм, розташовані від вершини гребеня в межах від 10 до 18 мм, на поверхні кочення глибиною до 0,5 мм, на внутрішній грані глибиною не більше 1 мм за умови, що відстань між внутрішніми гранями коліс у місцях знаходження чорновин не виходить з допустимих меж. Також дозволяється усувати коловий наплив металу і місцевий відкол колового напливу (без тріщин, що йдуть углиб обода) відновленням фаски на верстаті без обробки всієї поверхні кочення.

При обточці поверхні кочення фаска зовнішньої бокової поверхні обода колеса повинна починатися на відстані 124 мм від внутрішньої бокової поверхні обода та виконуватися під кутом 45°.

Відновлений профіль поверхні кочення коліс повинен задовольняти вимоги діючої нормативно-технічної документації, а розміри і відхилення колісних пар повинні відповідати нормам, зазначеним у сучасних інструкціях ПАТ "Укрзалізниця".

З практики відновлення профілю поверхні кочення коліс з викочуванням і без викочування колісних пар з-під рухомого складу за принципом обробки відомі такі способи: відновлення за копіром або програмним забезпеченням верстата (для верстатів з ЧПУ), відновлення фасонним інструментом і комбіноване відновлення.

Для відновлення профілю за копіром характерно задавання необхідної траєкторії руху ріжучого інструменту з використанням систем механічного, гідравлічного та електричного копіювання.

Інший спосіб відновлення профілю характеризується застосуванням фасонних ріжучих інструментів з профілем, що є зворотним профілю колеса.

Комбіноване відновлення профілю передбачає суміщення способів обробки за копіром і фасонним інструментом, а також можливе додаткове підведення електричної, теплової або іншої енергії в зону обробки до або під час обробки.

Ефективність того чи іншого способу характеризується насамперед продуктивністю і економічністю обробки. Під продуктивністю розуміється кількість відновлених колісних пар в одиницю часу, а під економічністю – можливість знімати в стружку при відновленні профілю мінімальний технологічно необхідний шар металу.

Продуктивність залежить від основного і допоміжного часу на обробку. Основний час t_0 (машинний і машинно-ручний) для будь-якого способу обробки різанням визначається як

$$t_0 = \frac{V}{a \cdot b \cdot v}, \quad (9.1)$$

де V – об'єм металу, що видаляється в стружку;
 a – середня товщина шару металу, що зрізається;
 b – сумарна ширина шару металу, що зрізається;
 v – швидкість різання.

Швидкість різання і середня товщина зрізаного шару, що характеризує навантаження на одиницю довжини ріжучої кромки інструменту, є основними фізичними параметрами будь-якого процесу різання.

Добуток $a \cdot v$ характеризує роздільну здатність одиниці довжини ріжучої кромки, а сумарна ширина зрізаного шару b є, з одного боку, функцією параметрів поверхні профілю, що обробляється, а з іншого – параметром ріжучого інструменту. Значення $b \cdot v$ залежить від різних умов роботи інструменту, умов протікання процесу, стружкоутворення і навантаження системи, що обробляє.

Допоміжний час залежить від компонування вузлів, циклу верстата і ступеня автоматизації допоміжних переходів. Істотний вплив на ефективність способу відновлення мають простота конструкції і налаштування ріжучого інструменту, який використовується, виникнення в процесі різання роздробленої транспортабельної стружки.

З відомих чисельних способів відновлення профілю практичне використання отримали обточування за копіром з одним або декількома різцями, обточування, фрезерування та шліфування фасонним інструментом і комбіноване відновлення обточуванням за копіром з попереднім відпалом поверхонь кочення коліс при нагріві їх струмами високої частоти. Найбільш поширеним на вагоноремонтних підприємствах способом є обточування поверхонь кочення за копіром на колесотокарних верстатах.

Головним рухом при обточуванні коліс на колесотокарних верстатах є обертання колісної пари, а рухом подачі – поступальне переміщення ріжучого інструменту за заданою траєкторією, що відповідає профілю поверхні кочення обода колеса.

У колісних підрозділах вагоноремонтних підприємств застосовують різні за своїми параметрами і техніко-економічними характеристиками колесотокарні верстати. До таких параметрів належать розміри робочого простору (габарити), діапазони подач і частот обертання, потужності головного привода і приводів подач, значення прискорених переміщень вузлів, точність, жорсткість, ступінь автоматизації. Ці параметри, а також показники продуктивності та вартості верстатів визначають техніко-економічну характеристику устаткування.

Найчастіше застосовуються верстати прохідного типу, наприклад фірм "Хегеншайдт" (Німеччина) і "Рафамет" (Польща), або верстати тупикового типу тих самих виробників, а також Краматорського заводу важкого верстатобудування "КЗТС" (рис. 9.1).

При відновленні профілю поверхні кочення обточуванням необхідно забезпечити обробку з мінімально необхідною глибиною різання. Але це викликає більші труднощі, тому що проточування буде проходити по твердому наклепаному шару металу поверхні кочення колеса. Щоб виключити ці труднощі, штучно збільшують глибину різання, і обточування йде по ненаклепаному металу, але це зменшує кількість наступних переточувань і відповідно термін служби коліс.

Для усунення цього недоліку дозволяється застосовувати технологію відпалу обода в місцях підвищеної твердості (повзуни, навари) за умови, що після обточування твердість поверхні кочення не буде нижче від нормативної.

Розроблено конструкції установок для попереднього відпалу поверхні кочення колеса. Найбільш ефективними установками відпалу є установки з індукційним нагрівом струмами високої частоти, що мають здатність швидко прогрівати верхні шари металу до високих температур, тим самим знижуючи наклеп.



Рис. 9.1. Відновлення геометрії кочення й гребеня колеса на колесотокарному верстаті

Застосування такої технології дозволяє обточувати колісні пари зі зняттям стружки мінімальної товщини, подовжує термін служби коліс приблизно у два рази, дає економію на різьбучому інструменті.

Відновлення поверхні кочення на вітчизняних верстатах виконується за два проходи різця (рис. 9.2).

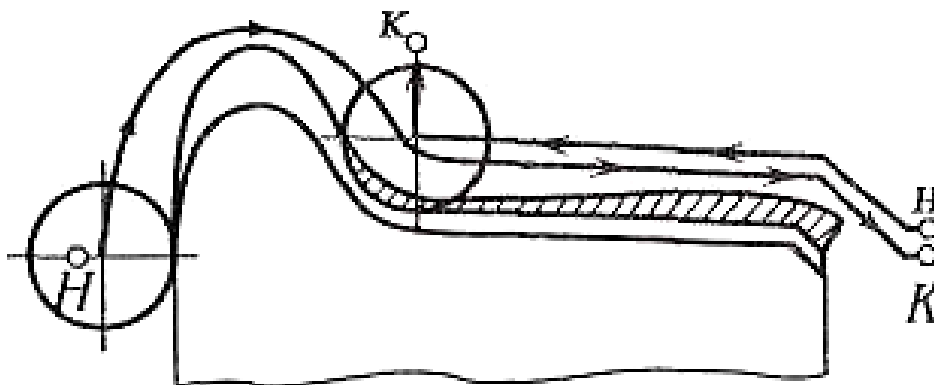


Рис. 9.2. Схеми обробки профілю поверхні колеса на колесотокарному верстаті моделі 1836А

Груба обробка виконується зазвичай від фаски Н до гребеня К, при цьому залишаючи припуск на наступну чистову обробку 1...2 мм.

Чистовий прохід виконується від внутрішньої грані колеса Н по гребеню до фаски К.

Обробка ведеться в автоматичному режимі твердосплавним чашковим різцем, керованим за копіром гідравлічною системою.

Правильність обточування ободів коліс перевіряють максимальним шаблоном, вільно встановленим на поверхні кочення.

Для обточування колісних пар на колесотокарних верстатах застосовують різці різної конструкції та різцеві блоки. При цьому використовують різні за формою і матеріалами пластини для виготовлення різьбучих частин різців. Параметри режиму обробки (глибина різання, подача і швидкість різання) на колесотокарних верстатах встановлюють, як правило, емпіричним шляхом. При цьому враховуються фактичний знос коліс (прокат і товщина гребеня), наявність і види пошкоджень на поверхнях кочення, різниця діаметрів коліс по колу кочення однієї колісної пари і різниця відстаней між внутрішніми гранями коліс, виміряних у чотирьох діаметрально протилежних точках.

Для вимірювання колісних пар перед обточуванням використовують спеціальні стенди або типові вимірювальні інструменти: універсальний прилад для вимірювання діаметра коліс по колу кочення (бандажний штангенциркуль), штангенциркуль для вимірювання відстані між внутрішніми гранями коліс (штихмас) і абсолютний шаблон для вимірювання прокату і товщини гребеня колеса. У процесі обробки і після неї вимірюють діаметри коліс і відстань між внутрішніми гранями ободів і перевіряють відновлений профіль кожного обода. Профіль поверхні обода колеса перевіряють максимальним шаблоном, при цьому зазор між профілем колеса і робочою поверхнею шаблона допускається не більше 0,5 мм, а по висоті гребеня – не більше 1 мм.

Продуктивність і якість роботи при відновленні профілю поверхні кочення коліс значною мірою залежать від технічної справності і правильного налаштування колесотокарних верстатів, від раціональної технології обточування колісних пар і організації праці верстатника.

Розміри елементів профілю поверхні кочення, а також допустимі відхилення повинні відповідати діючим нормативно-технічним документам.

Допустима шорсткість поверхні кочення коліс, внутрішня бокова поверхня обода, зовнішня фаска поверхні кочення та гребінь, за стандартами, – 12,5 мкм.

9.2. Відновлення спрацьованих елементів колісних пар

На елементах колісних пар, за діючою нормативно-технічною документацією, дозволяється наплавлення спрацьованих гребенів коліс на автоматичних і напівавтоматичних установках під шаром флюсу за технологіями, затвердженими ПАТ "Укрзалізниця".

Також при ремонті на ВРЗ, ВЧД та ВКМ, за Інструкціями ЦВ-0015 та ЦВ-0019, дозволяється ремонт зварюванням елементів осі типу РУ1 та РУ1Ш (рис. 9.3):

а) відновлення зношених центрових отворів (поз. 1) за технологією, дозволеною ПАТ "Укрзалізниця";

б) наплавлення нарізаної частини осі РУ1 (поз. 3) за інструкцією № ЦВА7 [56];

в) відновлення розроблених нарізаних отворів для кріплення стопорних планок і шайб (поз. 2) за технологією, дозволеною ПАТ "Укрзалізниця";

г) відновлення зношених шийок осі (поз. 4) за технологією, дозволеною ПАТ "Укрзалізниця".

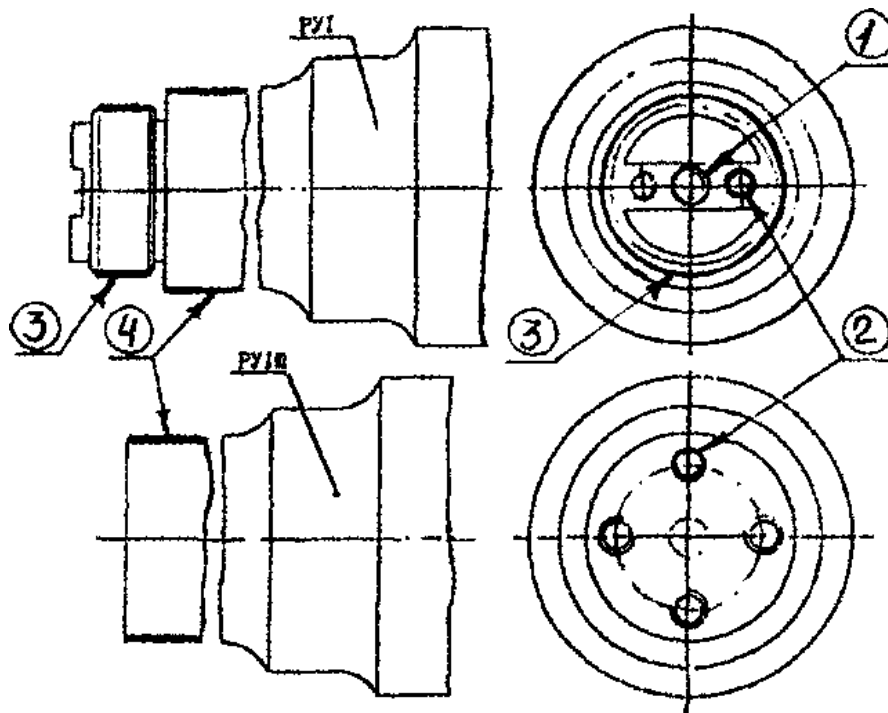


Рис. 9.3. Зони відновлення елементів осі колісної пари

Знос гребенів є найбільш частим явищем, а відновлення геометрії поверхні кочення й гребеня обточуванням на верстаті при передових технологіях призводить до зниження терміну служби колісних пар. Тому питання відновлення гребенів наплавленням є найбільш актуальним.

Для вирішення цього питання створено відділення наплавлення гребенів коліс (рис. 9.4).

Колеса виготовляються з середньовуглецевої сталі, яка є важкозварюваною. Тому при зварюванні й наплавленні, щоб уникнути утворення гарячих (кристалізаційних) тріщин у наплавленому металі й холодних тріщин у пришовній зоні потрібне виконання цілого ряду умов.

Розроблено спеціальну технологію наплавних робіт, що передбачає попередній нагрів коліс у зоні гребеня до $t=200\text{ }^{\circ}\text{C}$, наплавлення на спеціальній установці та подальше уповільнене остигання коліс після наплавлення в спеціальних термостатах.



Рис. 9.4. Відділення двостороннього наплавлення гребенів коліс у горизонтальному положенні

У відділенні розташовано обладнання, яке об'єднане в один технологічний ланцюг (рис. 9.5). При цьому заборонено встановлювати наплавлені колісні пари на рейки.

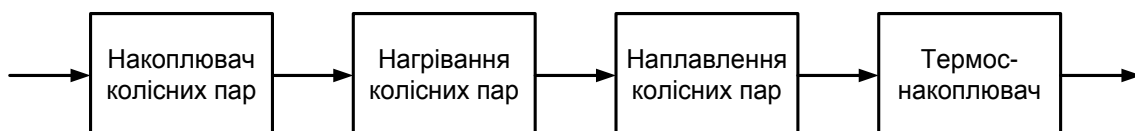


Рис. 9.5. Технологічний ланцюг наплавлення гребенів коліс

Запобігти утворенню тріщин удається підбором зварювального дроту "Св-08ХМ", "Св-08ГА", зварювального струму $I = 330 \dots 350$ А, швидкості наплавлення $V = 20 \dots 25$ м/год, флюсів – "Ан-348А", "АНЦ-1". При цьому флюси повинні проходити прокалювання при температурі $350 \dots 400$ °С протягом 1...2 год і зберігатися в сушильній шафі при температурі 60 °С, що знижує вміст водню в наплавленому металі й запобігає утворенню пор. Після наплавних робіт проводиться обточування коліс по колу кочення, як це описано вище.

Далі колісна пара піддається магнітно-порошковій дефектоскопії середньої частини осі, ультразвуковій дефектоскопії підматочиних частин і шийок, якщо не проводилося знімання внутрішніх кілець роликів підшипників на гарячій посадці, і дефектоскопія дисків коліс відповідно до діючої нормативно-технічної документації.

В останні роки збільшується кількість осей, що мають механічні пошкодження різьби торцевого кріплення буксових підшипників. Тому з метою продовження служби осей виконують відновлення різьби.

Відновленню наплавленням різьби М110 підлягають осі, різьба яких має спрацьовування (розмір по зовнішньому діаметру менше 108,7 мм, кут вершини профілю менше 55°) або пошкодження у вигляді забоїн, змінань витків різьби, якщо їх не вдалося усунути зачищенням або обробкою спеціальним інструментом для калібрування різьби, а також у вигляді "скріплень" (залипань, зварювання) металу витків, місцевих виривів металу одного або декількох витків.

Очищену колісну пару після проходження дефектоскопії встановлюють на верстат і зрізають стару деформовану різьбу. Відновлення проточеної поверхні роблять автоматичним зварюванням під шаром флюсу. Для цього використовується токарно-гвинторізний верстат, у центрах якого встановлюється вісь.

Для наплавлення використовується електродний дріт марок Св-18ХМА діаметром 2 мм. Наплавлення ведеться постійним струмом зворотної полярності, величина якого від 180 до 300 А.

Наплавлення виконується в один-два шари залежно від діаметра зварювального дроту з припуском 2 мм на наступну

механічну обробку. Для захисту паза стопорної планки від шлаків і бризок розплавленого металу він закривається мідним кільцем, а різьбова канавка – шнуровим азбестом.

Після наплавлення діаметр різьбової частини повинен бути не менше 112 мм. Наплавлена частина осі підлягає обточуванню і нарізанню або накатуванню різьби М110×4 мм у відповідності з існуючими вимогами.

Наплавлений метал на різьбовій частини осі не повинен мати тріщин, газових пор та інших дефектів. Різьба, нарізана на осі, повинна бути прийнятою після контролю зовнішнього діаметра важільної скобою і перевірки її прохідним і непрохідним різьбовими калібрами. Кожна вагонна вісь з різьбовою частиною, відновленою наплавленням, реєструється в журналі форми ВУ-53, який зберігається в колісному підрозділі.

Наплавлена частина осі піддається обточуванню, нарізанню й накатуванню різьби відповідно до існуючих технічних вимог.

Для усунення дефектів шийок осей колісних пар їх переважно зачищають (полірують) абразивною стрічкою (шкуркою) з мінеральною оливою. За наявності значних наминів, рисок та інших дефектів шийки її обточують до встановленого градаційного розміру, а потім накатують роликками.

Розміри та відхилення, а також шорсткість поверхні шийок і передпідматочинних частин після відновлення повинні задовольняти встановлені вимоги.

9.3. Відновлення металізацією шийок осей

Після багаторазового зачищення (полірування) шийок осей колісних пар при їх ремонтах фактичні розміри шийок виходять за межі встановлених допусків, що є підставою для їх бракування. Для продовження терміну служби осей розроблена технологія відновлення шийок шляхом їх металізації напиленням. Сутність технології полягає в тому, що метал у вигляді дроту (або порошку) подається до місця плавлення, розплавляється електричною дугою (газовим полум'ям або плазмою), розпорошується струменем стисненого повітря (або іншого газу) на найдрібніші частинки і силою цього ж струменя наноситься на підготовлену поверхню, утворюючи покриття необхідної

товщини. Технологічний процес відновлення металізацією шийок осей вагонних колісних пар складається з трьох послідовно виконуваних частин: підготовка поверхні шийки осі під металізацію, металізація шийки осі, подальша механічна обробка покриття.

Перед металізацією поверхні шийок осей проточують до діаметрів 128,4÷128,8 мм для виведення поверхневих дефектів з отриманням відповідної шорсткості поверхні. Після накатування обточених шийок за прийнятою технологією їх піддають магнітній дефектоскопії і ретельно знежирюють ацетоном. Передпідматочинну частину і різьбовий кінець осі закривають спеціальною захисною втулкою і гайкою, які встановлюють на шийці.

Процес металізації шийок виконують у два етапи: нанесення підшару молібдену для збільшення міцності зчеплення сталевого покриття з металом шийки осі і нанесення основного сталевого покриття.

Товщина нанесеного підшару молібдену становить 0,15-0,20 мм, оскільки при меншій товщині молібден не повністю покриває поверхню шийки, у результаті чого зменшується міцність зчеплення основного сталевого покриття з металом шийки. Для нанесення підшару застосовують молібденовий дріт марки МЧ діаметром 1,5 мм. Перед напиленням дріт знежирюють бензином.

При нанесенні основного сталевого покриття застосовують дріт діаметром 2,0 мм із сталі 65Г. Перед металізацією дріт також знежирюють. Після перших 5-6 проходжень при напиленні сталі процес металізації переривають на 4-5 хв для охолодження покриття. При цьому обертання колісної пари не припиняється. Прискорювати процес охолодження покриття обдуванням його стисненим повітрям або іншими штучними способами забороняється. Технологічний припуск на наступну механічну обробку становить 0,7-0,9 мм на діаметр.

При нанесенні молібдену і сталі металізатор затримують близько захисних гайки і втулки на 3-5 с для отримання після металізації покриття однакової товщини по всій довжині шийки. Під час металізації шийки з боку галтелі і різьби метало-повітряний струмінь потрапляє на край захисних втулки і гайки.

Процес металізації припиняють у такому порядку: вимикають подачу дроту, знімають напругу з металізатора і вимикають подачу повітря. Після металізації видаляють захисні гайку і втулку.

Механічна обробка відновленої шийки складається з двох операцій: обточування і шліфування. Покриття обточують різцями з пластинами, виготовленими з твердого сплаву марки Т30К4 або Т15К6. Перше проходження при обточуванні починають з середини шийки і ведуть в обидва боки. Наступні проходження різцем ведуть від торця або галтелі шийки. Припуск на шліфування становить 0,25-0,35 мм на діаметр. Шліфування ведуть м'яким шліфувальним колом при посиленому охолодженні.

9.4. Шляхи збільшення надійності й довговічності колісних пар

Термін служби колісних пар залежить від великої кількості чинників: умов експлуатації, конструктивне виконання колісних пар, якість сталі й технологія виготовлення.

Фактичний термін служби коліс можна визначити за такою формулою:

$$T_{\phi} = \frac{H_N - H_K n h}{A \cdot L_{cp} \cdot \gamma}, \quad (9.2)$$

де H_N – товщина обода нового суцільнокатаного колеса, $H_N=75$ мм;

H_K – товщина обода колеса, зношеного до граничних розмірів, мм;

n – кількість обточувань за весь період служби колеса;

h – середня товщина шару металу, який знімається за одне обточування, мм;

A – корисна робота вагона протягом року, доба;

L_{cp} – пробіг вагона за добу, км;

γ – середня величина зносу поверхні кочення за 1 км пробігу, мм.

З аналізу формули випливає, що термін служби коліс можна продовжити за рахунок зменшення кількості обточувань і товщини шару металу, що знімається при кожному обточуванні. Тому необхідно чітко слідкувати, щоб при обробці коліс по колу кочення знімався мінімальний шар металу.

Кількість переточувань можна зменшити за рахунок організаційних і технологічних заходів щодо підвищення міцності й надійності колісних пар, які можна реалізувати за такими напрямками: зниження напруженості осей в експлуатації, технологічні шляхи підвищення надійності.

Зниження напруженості осей в експлуатації можна досягти за допомогою ліквідації додаткових силових чинників, що виникають в експлуатації через утворення раніше розглянутих зносів і пошкоджень поверхонь кочення коліс, перевантаження й нерівномірності розподілу навантаження усередині вагона, несправностей систем ресорного підвішування, несправностей і нерівностей колії.

Несвоєчасно усунуті дефекти поверхонь кочення коліс займають головне місце за своїм шкідливим впливом на міцність осі.

Ці дефекти викликають перенапруження одних і тих самих волокон. Установлено, що повзун глибиною до 2 мм дає найбільші прискорення до 60g. Ці прискорення викликають значне перевантаження осі, зокрема розрахункове зусилля на шийку збільшується у 2 рази.

Для зниження напруженості елементів колісних пар призначено балансування колісних пар, що обов'язково виконується для колісних пар вагонів, які експлуатуються зі швидкостями руху вище 140 км/год. Порушення балансу для швидкостей від 140 до 160 км/год допускається до 6 Нм.

Технологічні шляхи підвищення надійності колісних пар мають кілька напрямків – це зазначені методи накатування осей по всій довжині, відпал коліс перед обточуванням, відновлення шийок металізацією, відновлення різьби методами автоматичного наплавлення.

Розроблено й впроваджено технологію обточування коліс за ремонтним профілем на товщину гребеня 27 та 30 мм, що дозволяє збільшити кількість переточувань колісних пар, а отже, і їхню довговічність.

Контрольні питання

1. У чому полягає ремонт елементів колісних пар вагонів?
2. Які відомі способи відновлення профілю поверхні кочення коліс? Їх коротка характеристика.
3. Які технологічні прийоми використовують при відновленні профілю поверхні кочення обточуванням, щоб забезпечити обробку з мінімально необхідною глибиною різання?
4. Від чого залежить продуктивність і якість роботи при відновленні профілю поверхні кочення коліс?
5. Які технологічні прийоми використовують при наплавленні гребенів коліс, щоб запобігти утворенню тріщин?
6. Які технології використовуються для усунення дефектів шийок осей колісних пар при їх ремонті?
7. Які існують шляхи збільшення безвідмовності та довговічності колісних пар?

10. ФОРМУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР

10.1. Вимоги до формування колісних пар

При формуванні колісних пар здійснюють обробку сполучених поверхонь підматочинних частин осі і отворів маточин коліс з подальшим запресовуванням їх на вісь. При капітальному ремонті колісних пар (з заміною елементів), крім того, виконують розпресовування коліс з осі.

Якість формування колісних пар характеризується міцністю пресового з'єднання, яка оцінюється значенням подовжнього зусилля зсуву колеса відносно осі. При цьому зусилля зсуву $P_{зс}$ повинно бути більше або дорівнювати остаточному запресувальному зусиллю $P_{зп}$ при формуванні колісної пари. В експлуатації на колісну пару діють вертикальні і бокові статичні та динамічні навантаження. Вертикальні навантаження прикладені до шийок осі, а бокові є силами, що викликають зсув коліс на осі. Вони прикладені до обода колеса ексцентрично осі колісної пари. Дослідженнями встановлено [1, 29], що в експлуатації міцність пресових з'єднань колісних пар зменшується внаслідок знакозмінного вигину осі і дії вертикальних і бокових навантажень. Це відбувається в результаті зменшення площі нерухомого контакту посадкових поверхонь і виникнення зон їх відносного проковзування з внутрішнього і зовнішнього боку маточини. Цю обставину необхідно враховувати при формуванні колісних пар. Очевидно, зусилля зсуву повинно бути більше тих бокових навантажень, що виникають в експлуатації.

Відносна рухливість колеса і осі забезпечується за рахунок сил тертя, що виникають на контактуючих поверхнях внаслідок їх деформації, що створюється натягом при складанні з'єднання. При запресовуванні в деталях з'єднання виникають пластичні, пружно-пластичні і пружні деформації залежно від рівня напружень у них. Остаточне зусилля запресовування визначають за формулою

$$P_{зп} = p \cdot f_T \cdot \pi \cdot d_0 \cdot l_{сп}, \quad (10.1)$$

де p – середнє значення контактних тисків на посадкових поверхнях підматочинної частини осі і маточини колеса ($50-100 \text{ МН/м}^2$);

f_T – середнє значення коефіцієнта тертя;

d_0 – діаметр підматочинної частини осі;

$l_{\text{сп}}$ – довжина сполучення.

Процес запресовування відбувається так. При переміщенні маточини 1 (рис. 10.1, а) відносно підматочинної частини осі 2 зусилля запресовування $P_{\text{зк}}$ (рис. 10.1, б) зростає.

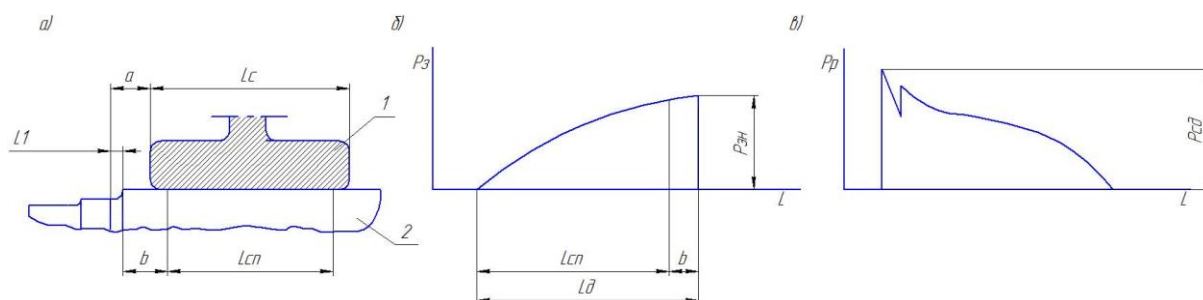


Рис. 10.1. Діаграма зусиль при запресовуванні та розпресовуванні колісних пар

Це зусилля долає сили тертя між посадковими поверхнями та здійснює роботу, затрачену на пружні і пластичні деформації осі і маточини колеса. Після переміщення маточини до середини її довжини інтенсивність зростання зусилля запресовування почне зменшуватися внаслідок зниження жорсткості маточини колеса і деякого зменшення натягу через згладжування і пластичні деформації мікронерівностей посадкових поверхонь. З моменту виходу запресувального конуса осі з-під маточини колеса і до закінчення процесу запресовування зростання запресувальних зусиль припиняється.

Зусилля, витрачені на деформацію, дещо зменшуються, оскільки маточина колеса вже повністю деформована. Зусилля, що йдуть на подолання тертя, залишаться постійними внаслідок незмінності довжини сполучення або навіть зменшаться за рахунок згладжування мікронерівностей посадкових поверхонь. Таким чином, кінцеве зусилля запресовування дорівнюватиме сумі зусиль на подолання тертя і зусиль, що витрачаються на пружну деформацію осі і пластичну деформацію осі та маточини колеса.

При запресовуванні колеса перший момент (до отримання зсуву) характеризується різким зростанням зусилля $P_p = P_z$ (рис. 10.1, в) внаслідок більшого значення коефіцієнта тертя спокою порівняно з коефіцієнтом тертя руху. Міцність пресового з'єднання визначається значенням цього зусилля і кількісно дорівнює зусиллю, що витрачається на подолання тертя при початковому зсуві колеса відносно осі. При подальшому розпресовуванні, коли маточина почне переміщатися по підматочинній частині осі, розпресувальне зусилля почне знижуватися внаслідок зменшення довжини сполучення. Зусилля зсуву буде менше від кінцевого запресувального зусилля в тому випадку, якщо сума зусиль, що витрачаються на пружні і пластичні деформації посадкових поверхонь, буде більше від різниці між зусиллями, необхідними для подолання тертя при зсуві і запресовуванні. Таким чином, однією з суттєвих причин невисоких зусиль зсуву є підвищена пластична деформація посадкових поверхонь підматочинної частини осі і маточини колеса.

На практиці якість запресовування контролюють за індикаторною діаграмою. До основних параметрів діаграми запресовування, що контролюються, належать значення кінцевих зусиль P_z (рис. 10.1, б), довжина сполучення $l_{сп}$ і форма кривої.

Значення остаточних зусиль запресовування повинно бути в межах 363 – 538 кН (37 – 55 тс) на кожні 100 мм діаметра підматочинної частини осі. На підставі зазначеної норми на ВРЗ і у ВКМ складають таблиці зусиль запресовування в кілограм-силах на квадратний сантиметр ($\text{кгс}/\text{см}^2$) і тонно-силах (тс) для різних діаметрів підматочинних частин осей (через 1 мм) з урахуванням перевідного коефіцієнта преса. При складанні таблиць результати підрахунку округляють до цілих значень у бік підвищення для нижньої та верхньої межі. Граничні зусилля запресовування, що відповідають діаметрам підматочинних частин 180–196 мм, складають: найменше 652,7 кН (66,6 тс), найбільше 1056,4 кН (107,8 тс).

Для забезпечення достатньої міцності пресових з'єднань колісних пар необхідно, щоб посадкові поверхні осей і коліс мали по можливості більшу площу контакту, яка побічно характеризується довжиною діаграми. Запресовування визнається задовільним, якщо фактична довжина діаграми становить не

менше 85 % теоретичної її довжини. Теоретичну довжину діаграми L_d визначають за умови ідеальної обробки посадкових поверхонь як (рис. 10.1)

$$L_d = (L_c + a - l_1 - r) i_m, \quad (10.2)$$

де L_c , r – відповідно довжина та радіус фаски маточини;
 a – відстань між торцями підматочинної частини осі та маточини колеса;

l_1 – довжина запресувального конуса підматочинної частини осі;

i_m – передавальне число самописного манометра (масштаб діаграми по довжині l).

Довжину сполучення на діаграмі запресовування визначають розміром зростаючої гілки, тобто відстанню від початку до точки переходу в горизонтальну або похилу пряму в кінці (рис. 10.1, б). За відсутності горизонтальної або похилої ділянки в кінці довжина сполучення дорівнює довжині діаграми. Мінімально допустима довжина сполучення, що визначається за діаграмою при запресовуванні суцільнокатаних коліс з номінальними діаметрами 950 і 1050 мм, повинна бути не менше відповідно $145 i_m$ і $155 i_m$ мм.

На якість пресового з'єднання впливають чинники, що кількісно змінюються в межах, зазначених у табл. 10.1.

Крім зазначених чинників, на якість пресового з'єднання впливає в'язкість мастила, яке використовується для змащування поверхонь, що сполучаються перед запресовуванням. Однак ступінь впливу зазначених чинників на якість пресового з'єднання різна. Найбільший вплив на кінцеве зусилля запресовування мають натяг, діаметр підматочинної частини осі і довжина маточини. Меншою мірою впливають на нього товщина обода колеса, твердість сполучених поверхонь і в'язкість мастила. Похибка форми підматочинної частини осі і отвори маточини колеса, шорсткість сполучених поверхонь і різниця температур осі і колеса впливають на якість пресового з'єднання, проте, якщо їх значення не виходять за межі встановлених норм, їх вплив практично несуттєвий.

Чинники якості пресового з'єднання

Параметр якості пресового з'єднання	Значення
Діаметр підматочинної частини осі, мм	182-196
Натяг, мм	0,1-0,25
Шорсткість поверхні підматочинної частини осі, мкм	1,00-1,25
Твердість поверхні підматочинної частини осі, НВ	199-223
Конусоподібність підматочинної частини за умови, що більший діаметр звернений до середини осі, мм, не більше	0,1
Овальність підматочинної частини осі, мм, не більше	0,05
Хвилястість підматочинної частини, мм, не більше	0,02
Різниця температур підматочинної частини осі і маточини колеса, °С, не більше	10
Товщина обода колеса для вантажних вагонів, мм	30-82
Товщина обода колеса для пасажирських вагонів, мм	40-82
Довжина маточини колеса, мм	180-205
Шорсткість поверхні отвору маточини колеса, мкм	20-10
Конусоподібність отвору маточини за умови, що більший діаметр отвору розташований з внутрішнього боку маточини, мм, не більше	0,1
Овальність отвору маточини, мм, не більше	0,05
Хвилястість поверхні отвору маточини,	0,02
Твердість поверхні отвору маточини колеса, НВ	190-220
Швидкість запресовування, мм/с, не більше	2

Оптимальна область зусиль запресовування утворюється при натягах, що змінюються в діапазоні від 0,14 до 0,19 мм. Отримання хороших результатів при використанні гарантованих натягів можливо при дотриманні на практиці технологічних вимог, що висуваються до обробки підматочинних частин осей і отворів маточин коліс і до запресовування коліс на осі.

Вирішальним чинником при цьому є точність вимірювань підматочинних частин осі і маточин коліс при їх обробці, бо помилки при вимірюванні призводять до неправильного визначення натягів. Таким чином, основною вимогою при формуванні колісних пар є забезпечення необхідної якості пресових з'єднань.

Обробку сполучених поверхонь і формування колісних пар здійснюють різними методами. При новому формуванні колісних пар застосовують метод групового та штучного селективного складання. Також при новому формуванні та при капітальному ремонті (з заміною елементів) можливо використання методу індивідуального припасування.

Метод групового та штучного селективного складання передбачає виготовлення сполучених деталей у межах заданого допуску, розбитого на певні сортувальні групи, відповідно до яких розподіляються деталі. При цьому підбір сполучених пар може здійснюватися вручну або за допомогою автоматів. Поряд з наявними перевагами цей метод має і істотні недоліки – наявність великих запасів елементів внаслідок різної кількості деталей у парних групах, висока трудомісткість процесу комплектування пар, ускладнення контролю.

Метод індивідуального припасування полягає в тому, що за розміром отвори (вала) у відповідності з обраним натягом виконують приточування за "місцем" вала (отвору). У цьому випадку не потрібно великих запасів елементів.

У колісних цехах ВРЗ і ВКМ переважно застосовують метод індивідуального припасування розміру підматочинної частини осі до встановленого розміру отвору маточини (система отвору) або розміру отвору маточини до заздалегідь визначеного розміру підматочинної частини осі (система вала). При цьому для обробки осей і коліс застосовують металорізальні верстати різних типів, а для розпресовування і запресовування елементів колісних пар – гідравлічні преси. Для вимірювання, як правило, використовують універсальні вимірювальні інструменти. У процесі індивідуального припасування осі і колеса один до одного функцію підбору і вимірювання виконують самі верстатники. Це є великим недоліком існуючої організації формування колісних пар, оскільки викликає великі втрати часу і негативно позначається на продуктивності і якості формування.

Однією з вимог при формуванні колісних пар є наявність надійних транспортних та інформаційних зв'язків між операціями розпресовування, обробки підматочинних частин осі і маточин коліс, запресовування і парками для зберігання елементів. Парки повинні передбачати спеціалізацію осередків для зберігання осей за їх типами і коліс відповідно до діаметрів отворів маточин і діаметрів по колу кочення.

Крім того, наявність ефективного управління процесом формування є важливою умовою, що забезпечує об'єктивність контролю, задану якість і високу продуктивність процесу.

10.2. Розпресовування колісних пар

Розпресовування коліс з осей повинно виконуватися на гідравлічних пресах з використанням спеціальних пристроїв, які виключають вигини шийок і пошкодження їхніх торців, а також деформацію різьби в колісних парах з осями РУ1.

Типовий гідравлічний прес односторонньої дії (рис. 10.2) складається з переднього нерухомого стояка 1, пересувної балки 2 з вантажопідйомним механізмом 3, верхньої штанги 4, заднього нерухомого стояка 5, рухомої траверси 6, нижньої штанги 7, пристосування для розпресування 8, плунжера 9, електродвигуна 10 і насоса 11. Положення рухомої траверси фіксують клинами, що закладаються в отвори штанг.

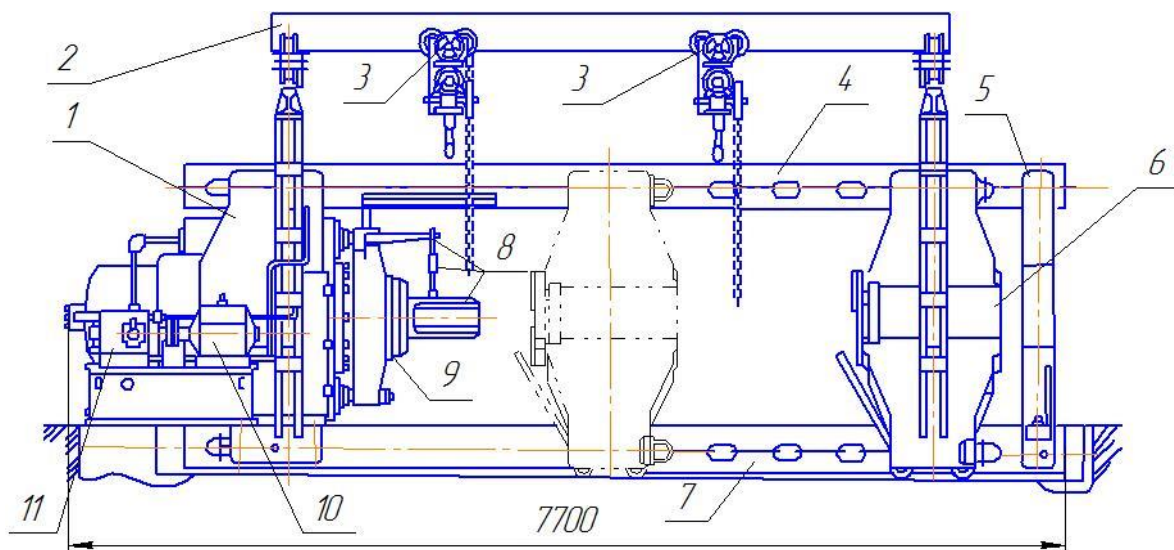


Рис. 10.2. Гідравлічний прес односторонньої дії

Гідравлічний прес, що застосовується для запресовування, обладнаний робочим манометром, яким контролюють зусилля. Верхня межа вимірювання манометра повинна відповідати потужності преса. У тих випадках, коли розпресовування виконують на тому самому пресі, що і запресовування, самописний манометр (індикатор) і робочий манометр повинні бути вимкнені, щоб уникнути пошкоджень. Контроль за зусиллями зсуву при цьому здійснюють за другим робочим манометром.

При запресовуванні колісних пар з осями РУ1 для запобігання деформації різьби, пошкодження торців і розвальцьовування циліндричної частини шийки при розформуванні застосовують спеціальні стакани і втулки.

При розпресовуванні одного колеса з осі колісної пари друге колесо також повинне розпресовуватися для перевірки підматочинної частини осі магнітним дефектоскопом. Указана вимога не поширюється на колісні пари, у яких у процесі запресовування забраковано одне з пресових з'єднань.

Колісні пари, що мають зсув коліс або ознаки ослаблення їхньої посадки, підлягають розпресовуванню з подальшим використанням придатних елементів при ремонті. Якщо колесо не знімається під граничним зусиллям преса, рекомендується підігріти маточину колеса газовим пальником. Коли й після цього колісна пара не піддається розпресовуванню, то можливі два варіанти: якщо колісна пара забракована через дефекти осі, то вісь зрізають вогнем газового пальника в основі маточини з метою збереження колеса; якщо забраковано колесо, то можна розрізати газовим пальником маточину колеса й зберегти вісь.

При великих зусиллях розпресовування є випадки деформації сегментів із різьбою для нагвинчування торцевих гайок на торцях шийок, а також вигини самих шийок. З метою запобігання цих явищ зараз застосовують пристрої для пресів, що перерозподіляють навантаження з торців сегментів на кільцевий торець і на галтель передпідматочинної частини. Після розпресовування деталі, які придатні до подальшої експлуатації, використовують для наступного формування колісних пар.

Розпресовування на існуючих пресах – процес трудомісткий, що містить до 80 % оперативного часу ручних і машинно-ручних прийомів. Використання таких пресів при

автоматизованому ремонті колісних пар неможливо. Для усунення ручної праці та істотного збільшення продуктивності розпресовування розроблено автоматизований двосторонній розпресувальний прес, що містить станину 1 (рис. 10.3), два стояки 2, з'єднані жорстким поперечним зв'язком 14. Посередині між двох розташованих навпроти один одного головних гідроприводів 3, зв'язаних зі стояками 2, розміщено U-подібний опорний блок 9, під яким встановлена похила рейкова колія 12, оснащена механізмом подачі колісних пар. Прес забезпечений двома синхронно працюючими підйомниками 13 для піднімання і встановлення колісних пар до рівня осі головних гідроприводів в отворі і-подібного опорного блока. Підйомники 13 мають механізми центрування колісних пар у напрямку, подовжньому рейковій колії. Для центрування колісних пар у напрямку, перпендикулярному до рейкової колії, у пресі застосовано дві траверси 17, забезпечені співвісно розташованими з плунжерами 19 головних приводів 3 дисками 16 з конусами 15.

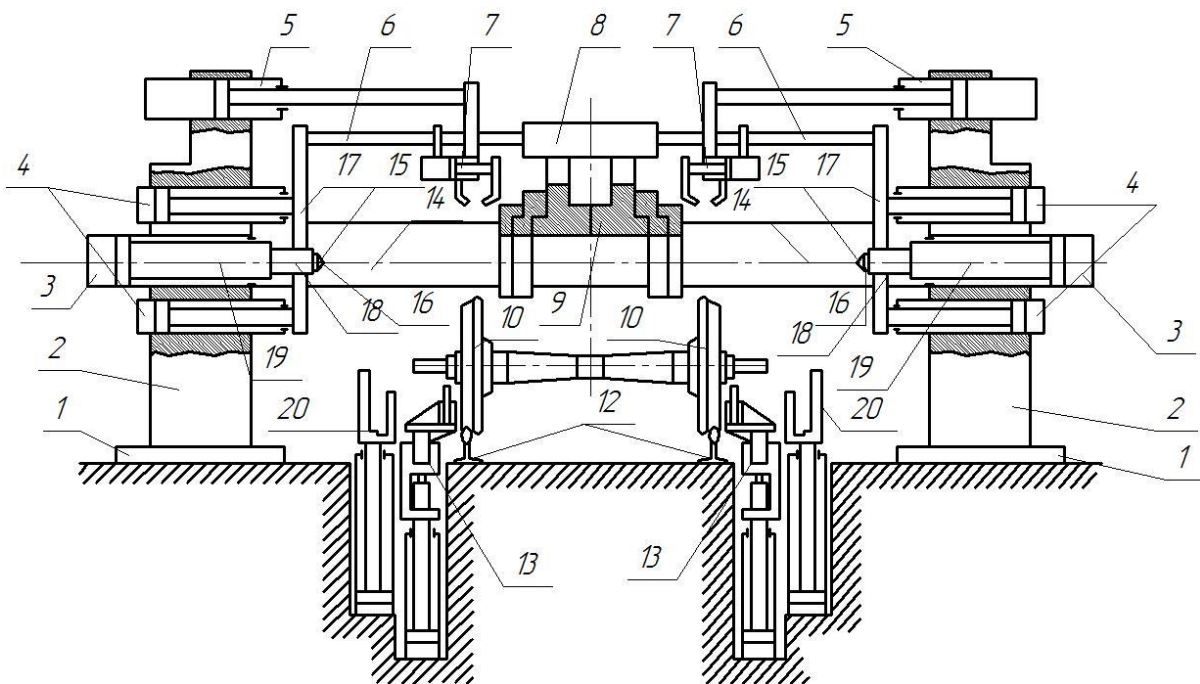


Рис. 10.3. Схема автоматизованого преса для розпресовування колісних пар

Траверси 17 забезпечені автономними гідроприводами 4, зв'язаними зі стояками 2, і з'єднані через тяги 6 з механізмом синхронізації їх руху 8. Для утримання коліс 10 прес

забезпечений також двома гідрозахоплювачами 7, розміщеними на тягах 6. Кожен гідрозахоплювач 7 має автономний гідропривод 5. Для вловлювання коліс після розпресовування і передачі їх у транспортні жолоби для видалення з робочої зони прес обладнаний підйомниками 20 з колісними уловлювачами, а для видалення осей 11 – механізм зняття і подачі осей на транспортер (на рис. 10.3 не показано). Кожен плунжер 19 головного гідропривода 3 забезпечений пристроєм 18 для рівномірного розподілу зусилля розпресовування на шийку осі колісних пар. Робота головних гідроприводів 3 передбачена у двох режимах: встановлювальному для швидкого переміщення плунжера і робочому, при якому здійснюється процес розпресовування з установленою швидкістю. Для перемикання гідроприводів 3 в робочий режим у торець плунжера 19 кожного гідропривода введено кінцевий вимикач. Демонтажний прес оснащений системою автоматики і пультом управління.

Зазначений прес працює так. Під дією механізму подачі колісна пара по похилій колії 12 вкочується на прес. Підйомники 13 піднімають її за передпідматочинні частини осі в проріз U-подібного опорного блока 9, встановлюють співвісно з конусами 15 і центрують у подовжній рейковій колії напрямку. Далі з обох боків вмикаються гідроприводи 3 і 4, які, працюючи в встановлювальному режимі, переміщують з однаковою швидкістю відповідно плунжери 19 з пристроями 18 і траверси 17 з конусами 15 до колісної пари. При цьому траверси 17 знаходяться в прорізі пристрою 18 в крайньому висунутому до рейкової колії положенні. Залежно від розташування колісної пари правий і лівий конуси 15 разом або по черзі входять у центрові отвори, а диски 16 притискаються до торців осі 11 і за допомогою тяг 6 і механізму 8 центрують колісну пару в напрямку, перпендикулярному до рейкової колії 12 і фіксують її, забезпечуючи необхідне положення ободів коліс 10 у зіві кожного гідрозахоплювача 7. Останні захоплюють колісну пару за ободи коліс, а підйомники 13 після цього опускаються у вихідне положення.

Гідроприводи 3 переміщують пристрій 18 відносно нерухомих у даний момент траверс 17 до упору торців втулок пристрою 18 відповідно в торці передпідматочинних частин і

шийок осей. Плунжер 19 лівого гідропривода через пристрій 18 передає робочий тиск на вісь 11 і розпресовує ліве колесо 10, що упирається маточиною в опорний блок 9. При цьому інший (правий) гідропривод 3 залишається на встановлювальному режимі.

За рахунок робочого тиску, що підвищує тиск, відповідний встановленому режимом, лівий гідропривод 3 не тільки розпресовує ліве колесо, а й здійснює через вісь 11 переміщення праворуч правих пристроїв 18 із плунжером 19, траверсою 17 і гідрозахоплювачем 7.

Після розпресовування лівого колеса 10 лівий гідропривод 3 перемикається на встановлювальний режим, а правий – на робочий, і відбувається розпресовування правого колеса і переміщення плунжерів 19 з пристроями 18 і траверс 17 у зворотний бік. При цьому лівий гідропривод 5 забезпечує переміщення ліворуч гідрозахоплювачем 7, який утримує розпресоване колесо 10 над втулкою пристрою 18. Після розпресовування другого колеса правий гідропривод 3 перемикається на встановлювальний режим, а лівий – на робочий. Тим самим забезпечується переміщення осі 11 праворуч до вихідного положення перед розпресовуванням колісної пари. За допомогою правого гідропривода 5 гідрозахоплювач 7 також переміщується праворуч, утримуючи розпресоване праве колесо 10 над втулкою пристрою 18.

Використання автоматизованого преса для запресовування дозволяє збільшити продуктивність праці. Весь цикл розпресовування колісної пари без участі людини становить 4 хв.

10.3. Обробка осей і маточин коліс під запресовування

Для забезпечення встановленої шорсткості поверхонь після механічної обробки та забезпечення суворого дотримання геометричних розмірів, а також для видалення слідів корозії, наминів, рисок та інших дефектів, виявлених після розпресовування колісних пар, середні та підматочинні частини осей повинні обточуватися з подальшим зміцнюючим накатуванням роликками.

Обробку осей і маточин коліс під запресовування роблять як за загальноприйнятою системою "отвору", так і за системою "вала".

Більш економна система "отвору" застосовується при обточуванні нових осей і коліс.

Обробка старопридатних осей і маточин під запресовування виконується за системою "вала", тобто обточують підматочинну частину осі з мінімальною глибиною різання, щоб тільки зняти поверхневі дефекти, і по ній підганяють отвір маточини колеса. Це викликано прагненням не знижувати міцність осі при кожному переточуванні, що забезпечує збільшення терміну служби осі. Як правило, для старопридатних осей приточують нові колеса, а старопридатні колеса підганяють до нових осей.

Проточуванням позбавляються також подовжніх і похилих тріщин в осях глибиною до 2 мм із поглибленням за межі тріщини до 0,5 мм за умови, що діаметр підматочинної частини буде не менше 182 мм.

Обточування підматочинної частини потрібно виконувати з урахуванням припуску 0,04...0,06 мм на наступне зменшення діаметра при накатуванні роликками з метою підвищення втомленої міцності осі. Форма підматочинної частини осі повинна бути циліндричною. Допускається попутна конусність не більше 0,1 мм, овальність – до 0,05 мм, хвилястість – до 0,02 мм.

Для обробки підматочинних частин осі застосовують універсальні токарно-гвинторізальні верстати, а також спеціалізовані токарно-накатні верстати.

Отвори маточин нових і старопридатних суцільнокатаних коліс повинні розточуватися на верстаті до діаметра підматочинної частини осі з урахуванням необхідного для запресовування натягу, який дорівнює 0,1...0,25 мм.

Приточування нових коліс до осей передбачає грубе обдирання й чистове розточування. Груба обробка маточин нових коліс виконується на металургійних заводах.

У ВКМ залізниць і цехах ВРЗ виконується тільки чистове розточування. Маточини старопридатних коліс у депо та на ВРЗ спочатку піддають грубому обточуванню, щоб зняти всі задирки або риски, що виникли при розпресовуванні. При цьому необхідно домагатися більшої відповідності циліндричності отвору: допускаються відхилення у вигляді попутної конусності до 0,1 мм, овальність отвору до 0,05 мм, хвилястість поверхні до 0,02 мм.

Для обробки маточин коліс застосовуються токарно-карусельні верстати.

Механічна обробка нових осей складається з таких основних операцій: відрізання кінців, зацентрування осі, груба обробка, напівчистова обробка, обробка елементів роликосей для торцевого кріплення підшипників, чистова й зміцнююча обробка.

Відрізання кінців і зацентрування торців виконується на спеціалізованих верстатах. При обробці центрових отворів застосовуються свердла й зенківки або спеціальні центрові свердла.

Чорнове обдирання виконується на токарських гідрокопіювальних напівавтоматах, а напівчистова й чистова обробка – на спеціалізованих верстатах. Шийки, передпідматочинні частини, включаючи галтелі, нових осей колісних пар обточують з подальшим накатуванням роликами.

Осям колісних пар, які відпрацювали більше 25 років, при капітальному ремонті (з заміною елементів) необхідно проводити повторне зміцнення галтелей.

Накатування роликами середньої та підматочинних частин необхідно виконувати за один прохід з подачею не більше 0,6-0,7 мм/об при частоті обертання не більше 220 об/хв.

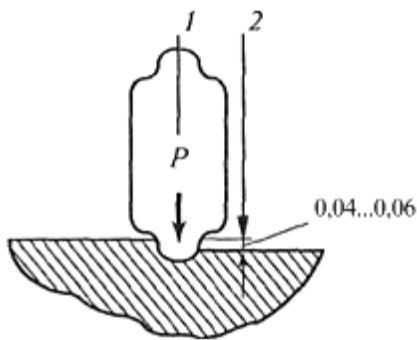


Рис. 10.4. Схема накатування осі роликами

Операція накатування дозволяє підвищити втомлену міцність осі, знизити шорсткість і підвищити твердість поверхні. Схема накатування осей роликами подана на рис. 10.4.

Фізична сутність накатування полягає в такому: вісь, що обробляється, піддається обкатуванню роликом із зусиллям P , обумовленим формулою

$$P = \frac{D_H \cdot b \cdot q^2}{0,126 \left(\frac{D_H}{d} + 1 \right)}, \quad (10.3)$$

де q – максимальний тиск обкатування, $q = (1,8 \dots 2,1)\sigma_T$;

D_H – діаметр оброблюваної поверхні осі, що накатується, мм;

d – діаметр накатного ролика, $d = 110 \dots 150$ мм;

b – ширина контактної плями ролика.

Для підматочинної частини осі зусилля P лежить у межах 18...28 кН.

Накатний ролик деформує поверхню й створює безпосередньо в перерізі l під роликом у поверхневих волокнах напруження, які значно перевищують межу текучості. Зазначені напруження поступово убувають углиб деталі. Після проходження ролика (переріз 2) глибинні волокна металу, що одержали напруження й деформації пружного стиску, прагнуть повернутися у вихідне положення, однак цьому перешкоджають зовнішні волокна, які одержали залишкові деформації.

У результаті цього, хоча за роликом діаметр осі більше, ніж безпосередньо під роликом, повного відновлення розміру не відбувається і в поверхневих волокнах утворюються залишкові напруження стиску. Ці напруження, підсумовуючись із робочими напруженнями розтягання, знижують сумарний напружений стан в одній групі волокон, що призводить до підвищення їхньої втомної міцності. Інша група волокон металу, що перебуває під робочими напруженнями стиску, одержує додаткове навантаження. Але це не впливає суттєво на напружено-деформований стан, тому напруження на стиск, що допускаються, значно вище, ніж напруження, що допускаються на розтягання.

Величини зусиль накатування повинні відповідати вказаним у табл. 10.2 величинам.

Операція накатування призводить до підвищення твердості поверхні понад 22 % і становить приблизно 219...229 НВ. Глибина наклепаного шару після накатування підматочинної частини осі повинна перебувати в межах 3,6...7,2 мм. Шорсткість поверхні $R_a - 1,25$ мкм.

Зміцнюючу обробку осей накатуванням роликами виконують або на універсальних токарно-гвинторізальних верстатах, оснащених накатними пристроями з пневматичним або гідравлічним навантажувачем роликів, або на спеціалізованих накатних верстатах КЗТС.

Величини зусиль накатування середньої та підматочинних частин осей¹

Діаметр ролика, мм	Радіус профілю ролика, мм		Зусилля накатування, кН (кгс), при діаметрі осі, мм		
	зміцнюючого	згладжуючого	161-179	180-199	200-220
110	15	50-100	17,6-22,5 (1800-2300)	19,6-24,5 (2000-2500)	24,5-27,0 (2500-3000)
130	15	50-100	19,6-24,5 (2000-2500)	21,6-26,5 (2200-2700)	26,5-28,0 (2700-3200)
150	15	50-100	21,6-26,5 (2200-2700)	23,5-28,4 (2400-2900)	28,4-29,9 (2900-3400)

Пристосування з пневмоприводом (рис. 10.5) має два накатних ролики 1, зв'язані між собою через відкидну скобу 2 з циліндром 3, забезпеченим отворами 4 і 5 для установлення манометра і подачі стисненого повітря.

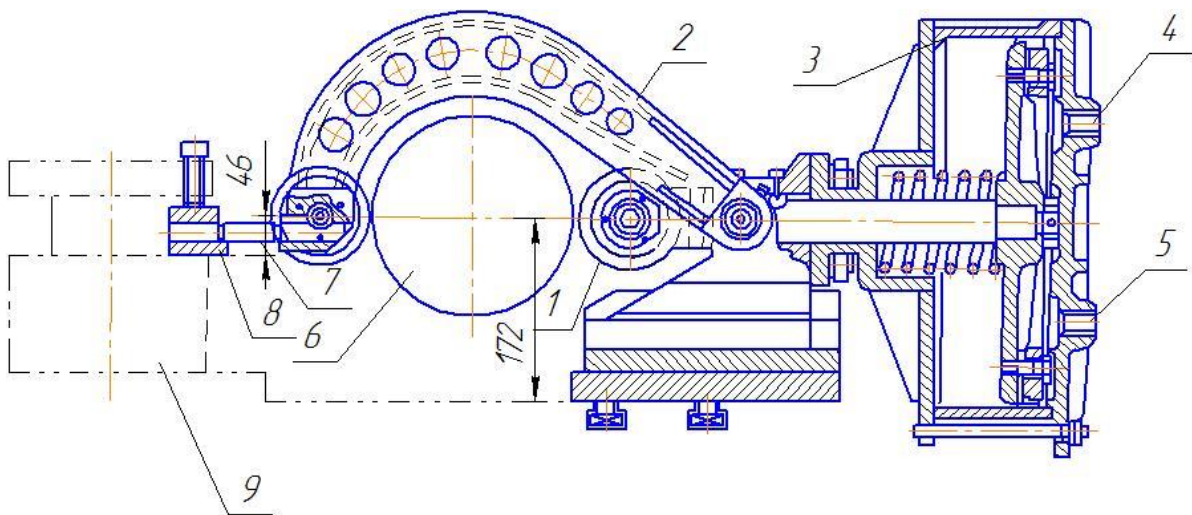


Рис. 10.5. Пристосування для накатування підматочинних частин осей на токарно-гвинторізальних верстатах

¹ Зниження зусиль накатування допускається лише на західному конусі підматочинної частини.

Пристосування встановлюють на поперечну каретку супорта верстата, причому в робочому положенні скоба 2 фіксується штирями 7 в отворах сухаря 8, що закріплюється у різцетримачі 9. Пневматичний привод вмикається після підведення роликів за допомогою гвинта поперечної подачі супорта до поверхні оброблюваної осі 6 і забезпечує необхідне зусилля накатування.

Після обробки осей проводиться магнітно-порошкова дефектоскопія підматочинної частини осі. Це єдина можливість діагностики цієї зони осі простим і досить надійним методом.

Отвори маточин нових і старопридатних суцільнокатаних коліс повинні розточуватися на верстаті до діаметра підматочинної частини осі з урахуванням необхідного для запресовування натягу.

Шорсткість поверхні при обробці на верстатах нових і старопридатних елементів колісних пар повинна бути не нижче величин шорсткості (класів), наведених у табл. Д.2.1.

Шорсткість поверхні елементів колісних пар повинна перевірятися за допомогою спеціальних приладів або порівнянням із стандартними еталонами.

Щоб уникнути задирок при запресовуванні і розпресовуванні, а також для зниження концентрації напружень в осях зовнішні і внутрішні кромки отворів маточин коліс повинні мати заокруглення радіусом 4-5 мм. Переходи заокруглень кромки до циліндричної частини маточини повинні бути плавними, без уступів. Отвори маточин коліс повинні бути циліндричними, без вм'ятин і забоїн, а їх вісь перпендикулярна до зовнішнього торця маточини і внутрішніх граней обода.

Перед обробкою нових коліс перевіряють наявність на них клейм і маркування. Відсутні, нечіткі або зрізані маркування на старопридатних колесах не можуть бути підставою для бракування. Для зменшення обсягу робіт при наступному обточуванні на колесотокарних верстатах старопридатні колеса потрібно підбирати за діаметром кіл кочення. Дозволяється напресовувати на одну вісь старопридатні колеса з різницею діаметрів по колу кочення не більше 5 мм. Нові суцільнокатані колеса необхідно також підбирати за діаметрами кіл кочення. Дозволяється напресовувати на одну вісь нові суцільнокатані колеса з різницею діаметрів по колу кочення не більше 1 мм.

На заводах і у ВКМ отвори маточин коліс в основному обробляють на одному верстаті (чорнове і чистове розточування отворів, підрізання торців і проточування заокруглень). На деяких ВРЗ маточини обробляють на двох верстатах: на першому – чорнове розточування отворів і підрізання торців, а на другому – напівчистове і чистове розточування і проточування заокруглень.

10.4. Запресовування колісних пар

Колеса на осі запресовують на гідравлічних пресах, швидкість руху плунжера яких при запресовуванні не перевищує 3 мм/с. Елементи колісних пар (колеса і осі) повинні мати однакову температуру; допускається різниця не більше 10 °С за умови перевищення температури колеса над температурою осі. Для запресовування коліс на вагоноремонтних підприємствах застосовують гідравлічні преси односторонньої та двосторонньої дії.

Запресовування здійснюють у такому порядку. Перед запресовуванням елементи колісних пар перевіряють і підбирають за розмірами. Пресувальник розмічає середину осі за допомогою спеціальної скоби і відзначає керном. Посадкові поверхні маточин коліс і підматочинні частини осі протирають насухо і покривають рівним шаром натуральної оліфи або іншого вареного рослинного мастила (льняне, конопляне або соняшникове). На робочому місці пресувальника мастило зберігається в чистому посуді.

Для збереження шийки осі при запресовуванні застосовують пристосування (рис. 10.6), аналогічне пристосуванням, що застосовують при розпресовуванні. Воно відрізняється від останнього формою втулки 2 (конічна) і складеного стакана 1. Це пристосування призначене не тільки для збереження осі, але і для забезпечення співвісності колеса і осі при їх попередній збірці.

При установленні на прес необхідно стежити за збігом геометричних осей пресованих елементів колісної пари з віссю плунжера, не допускаючи перекосів коліс відносно осі. У процесі запресовування на вісь накладають шаблон, за допомогою якого контролюють розташування коліс на осі.

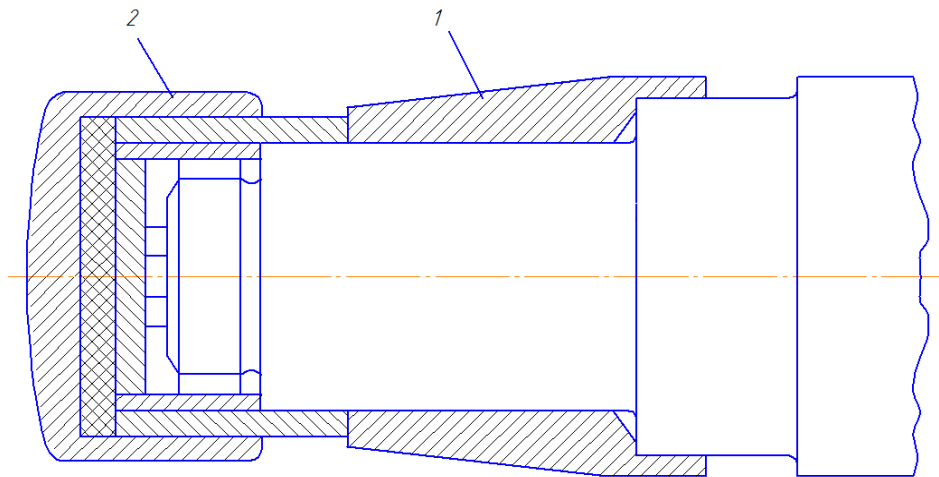


Рис. 10.6. Пристосування захисту шийки осі при запресовуванні коліс

Після запресовування колеса з одного боку і розвороту колісної пари в такому ж порядку запресовують колесо з іншого боку осі. Якщо діаграма запресовування задовольняє пропоновані вимоги, на диску колеса з внутрішнього боку ставлять крейдову розмітку "Придатна", якщо не задовольняє – пишуть букву Б (брак). Позначку про брак роблять також на діаграмі запресовування. Результати запресовування реєструють у журналі обліку. Збраковані колісні пари подають на прес для розформування. Колісні пари, визнані придатними, встановлюють на відповідну колію для огляду і вимірювання відстані між внутрішніми гранями коліс і різниці відстаней від внутрішніх граней коліс до торця осі з обох боків колісної пари.

Якість запресовування контролюється за індикаторною діаграмою. До основних контрольованих параметрів діаграми запресовування належать:

- а) величина кінцевих зусиль;
- б) довжина сполучення;
- в) форма кривої.

Величина кінцевих зусиль $P_{зк}$ на діаграмі запресовування визначається рівнем точки кривої, що відповідає кінцю процесу запресовування (рис. 10.7, а, б).

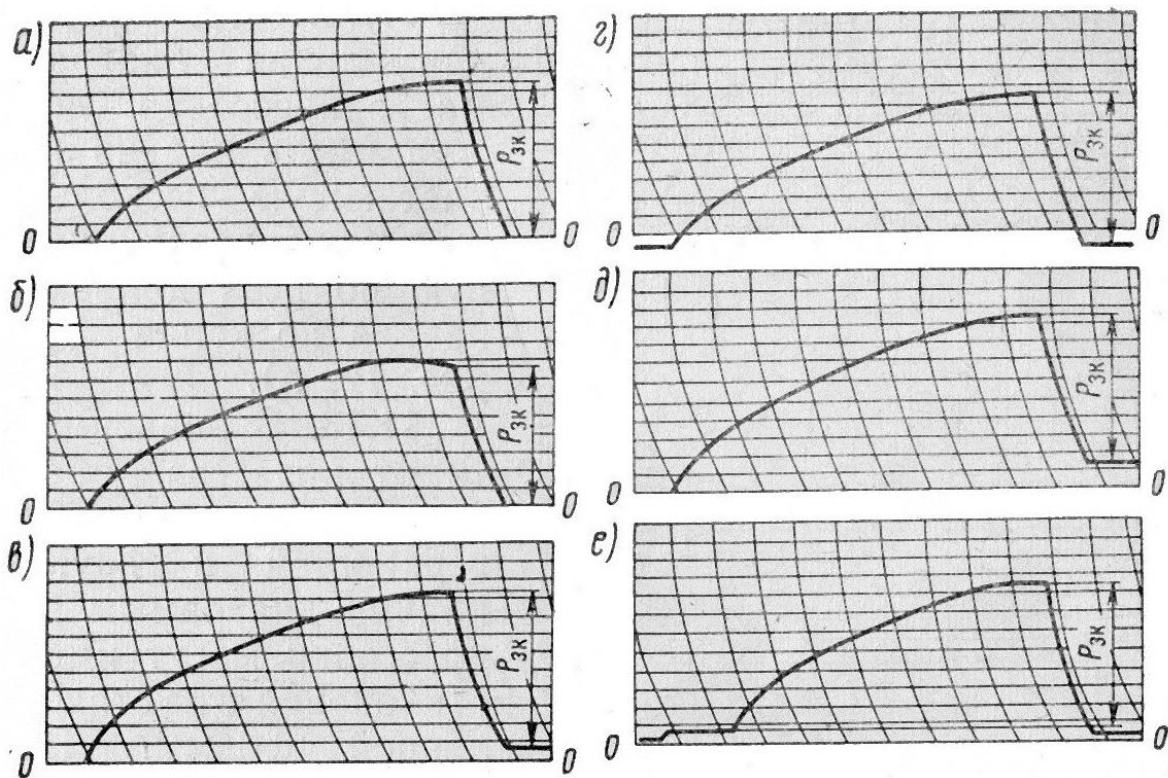


Рис. 10.7. Визначення величини кінцевих зусиль $P_{3к}$ на діаграмах запресовування

При розташуванні діаграми вище (рис. 10.7, в) чи нижче (рис. 10.7, г) нульової лінії 0-0, а також при перекосі (рис. 10.7, д) запресовування не бракується, а кінцеві зусилля повинні визначатися також рівнем точки діаграми, що відповідає кінцю запресовування з урахуванням величини зсуву від нульової лінії. При виявленні зміщених діаграм запресовування майстер пресового відділення зобов'язаний ужити необхідних заходів для ліквідації цього.

Не підлягають бракуванню діаграми, що мають спочатку запис холостого ходу плунжера преса (рис. 10.7, е). Величину кінцевих зусиль запресовування в цьому випадку потрібно визначати рівнем точки кривої, що відповідає кінцю процесу запресовування, зі зменшенням на величину тиску холостого ходу.

Мінімально припустима довжина сполучення (рис. 10.8), що визначається за діаграмою запресовування, повинна бути не менше 145 мм^* (де мм^* – масштаб діаграми по довжині).

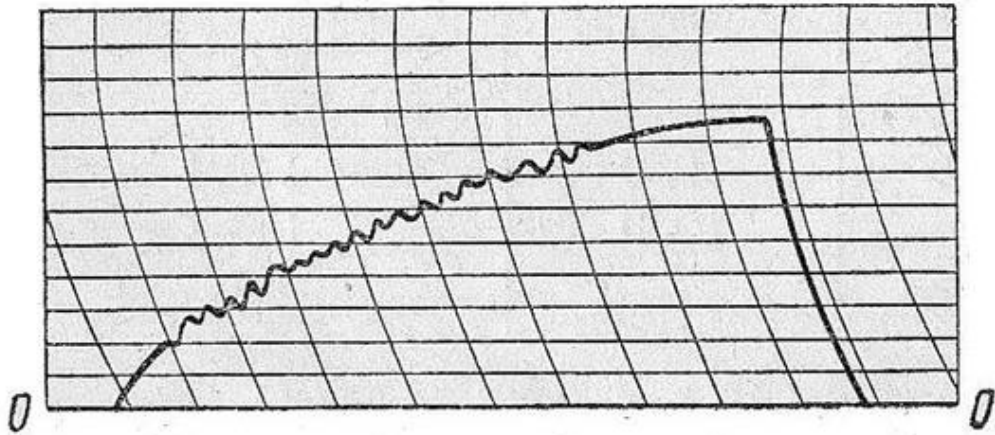


Рис. 10.8. Визначення довжини сполучення на діаграмі запресовування

За формою нормальна діаграма запресовування повинна мати плавно наростаючу трохи опуклу нагору криву по всій довжині від початку до кінця (рис. 10.7, а).

Залежно від якості обробки посадкових поверхонь та інших причин діаграми запресовування можуть мати відхилення від установленної форми.

У випадку якщо при пресуванні колеса на вісь буде отримана незадовільна за формою чи довжиною сполучення діаграма кінцевого зусилля, запресовування не буде відповідати встановленій нормі, пресові з'єднання бракуються і підлягають розпресовуванню.

Розпресоване колесо дозволяється повторно насаджувати на той же чи інший кінець осі або іншу розпресовану вісь без додаткової механічної обробки осі за умови, що на посадкових поверхнях підматочинної частини осі й отвору маточини нема задирок.

Забороняється повторно перепресовувати з'єднання, діаграми яких мають різкі коливання тиску (рис. 10.9).

На бланку діаграми записуються такі дані: дата запресовування, тип колісної пари, номер осі, діаметр підматочинної частини та отвору маточини з точністю до 0,01 мм, величина натягу, діаметр диска маточини, кінцеве зусилля запресовування, маркування колеса, бік колісної пари.

Діаграма зберігається протягом 21 року.

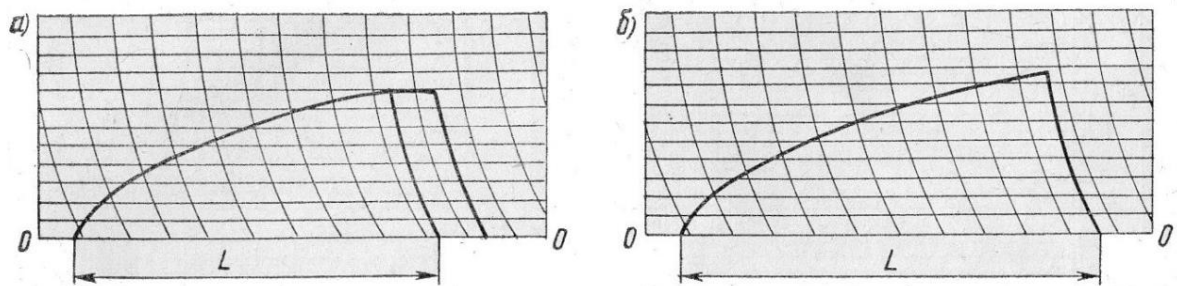


Рис. 10.9. Діаграма запресовування з різкими коливаннями тиску

Випробування на зсув (за наявності в колісній парі ознак ослаблення коліс на осях) здійснюють на пресі в напрямку розпресовування з записом результатів на діаграмі. Зусилля при випробуванні на зсув для колісних пар повинно бути 735-833 кН (75-85 тс). На бланку діаграми при випробуванні маточин коліс на зсув записують такі дані: дата випробування, тип колісної пари, маркування колеса, номер осі, діаметр підматочинної частини, бік, який було випробувано, зусилля опробування в тонно-силах. Порядок оформлення та зберігання бланків діаграм опробування пресових з'єднань такий самий, як і діаграм запресовування.

Контрольні питання

1. Які основні загальні вимоги до формування колісних пар?
2. Як відбувається процес запресовування коліс?
3. Які параметри якості пресового з'єднання коліс та осі?
4. Як відбувається процес розпресовування коліс для збереження елементів, придатних для повторного використання?
5. Як проводять обробку осей під запресовування?
6. Як проводять обробку маточин коліс під запресовування?
7. У чому полягає сутність накатування елементів осі роликками?
8. Що належить до основних контрольованих параметрів діаграми запресовування коліс?
9. Як і коли виконують випробування на зсув коліс на осі?

11. ВИХІДНИЙ КОНТРОЛЬ, МАРКУВАННЯ ТА ФАРБУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР

11.1. Вимоги, що висуваються до колісних пар при випуску вантажних вагонів із ремонту

Під час випуску вагонів із усіх видів ремонту заборонено підкочувати під вантажні вагони або залишати під ними колісні пари:

а) за наявності дефектів і несправностей, які не допускають прямування вагона в складі поїзда відповідно до існуючого стандарту;

б) відсутності або невиразності знаків і клейм, які визначають дані щодо виготовлення осі, формування колісної пари, виконання її капітального, середнього або поточного ремонту;

в) з різницею діаметрів коліс по колу кочення для візків вантажних вагонів:

1) у чотиривісних вагонах на двовісних візках (моделі 18-100 та аналогічні) з навантаженням від колісної пари на рейки не більш ніж 230,5 кН (23,5 тс):

- в одному візку – більше 20 мм;
- у двох візках – більше 40 мм;

2) у восьмивісних вагонах¹:

- в одному двовісному візку – не більше 10 мм;
- в одному чотиривісному візку – не більше 20 мм;
- у двох чотиривісних візках – не більше 40 мм²;

3) у чотиривісних ізотермічних вагонах:

- в одному візку – більше 10 мм;
- у двох візках – більше 20 мм;

г) з осями типу РУ1, РУ1Ш, якщо навантаження від колісної пари на рейки більш ніж 245,2 кН (25 тс).

¹ У восьмивісних вагонах колісні пари з меншими діаметрами коліс треба встановлювати в середину візків.

² Колісні пари з меншими діаметрами коліс треба встановлювати в середину вагона.

Дозволено підкочувати або залишати під вагонами колісні пари, які були в експлуатації з невиразним або зрізаним маркуванням на колесах за умови наявності знаків і клейм щодо виготовлення колісних пар.

Допустимі параметри діаметрів осей колісних пар під час випуску вантажних вагонів із усіх видів ремонту наведено в табл. Д.2.1.

Перелік контрольованих параметрів, а також величини зносів колісних пар вантажних вагонів і їхніх елементів під час випуску вагонів з усіх видів ремонту мають відповідати нормам, встановленим у табл. Д.1.1.

11.2. Вимоги, що висуваються до колісних пар при випуску пасажирських вагонів із ремонту

Під час випуску вагонів із усіх видів ремонту заборонено підкочувати під пасажирські вагони або залишати під ними колісні пари:

а) за наявності дефектів і несправностей, які не допускають прямування вагона в складі поїзда відповідно до існуючого стандарту;

б) відсутності або невиразності знаків і клейм, які визначають дані щодо виготовлення осі, формування колісної пари, виконання її капітального, середнього або поточного ремонту;

в) з різницею діаметрів коліс по колу кочення для візків пасажирських вагонів:

1) з підшипниками роликівими циліндричними та здвоєними:

- в одному візку – не більше 10 мм;
- у двох візках – не більше 20 мм;

2) з підшипниками конічними касетного типу:

- в одному візку – не більше 7,5 мм;
- у двох візках – не більше 15 мм.

Дозволено підкочувати або залишати під пасажирськими вагонами колісні пари, які були в експлуатації з невиразним або зрізаним маркуванням на колесах.

Перелік параметрів, що контролюються, а також геометричні параметри і величини зносів колісних пар і їхніх елементів під час випуску пасажирських вагонів із усіх видів ремонту повинні відповідати нормам, що встановлені в табл. Д.1.2.

Облік наявності та обороту відремонтованих колісних пар за добу проводиться в журналі ВУ-54.

Кожна колісна пара, що підкочується під вагон, повинна бути перевірена майстром або бригадиром, а кожна відремонтована або заново сформована – прийнята в депо і ВКМ колісним майстром і інженером з приймання, на ремонтних заводах – колісним майстром і приймальником ВТК.

При перевірці та прийманні колісної пари повинна бути встановлена відповідність її вимогам нормативної документації, кресленням і стандартам.

11.3. Маркування

Колісні пари і їхні елементи повинні мати знаки маркування і клейма, що стосуються:

- виготовлення осей, що передбачені державними стандартами;
- виготовлення коліс, що передбачені державними стандартами;
- формування колісних пар, що передбачені державними стандартами;
- проведення поточного, середнього і капітального ремонтів, а також відновлення профілю поверхні кочення коліс.

Розміри клейм і знаків маркування, що наносяться в холодному стані на торці осей колісних пар, повинні відповідати наведеним на рис. 11.1.

Відомості про клейма і знаки маркування, що стосуються виготовлення осі та колеса, викладено в розд. 1.

Клейма і знаки маркування, що стосуються нового формування або проведення капітального ремонту колісної пари, наносяться на торці осі правої сторони колісної пари (рис. 11.2).

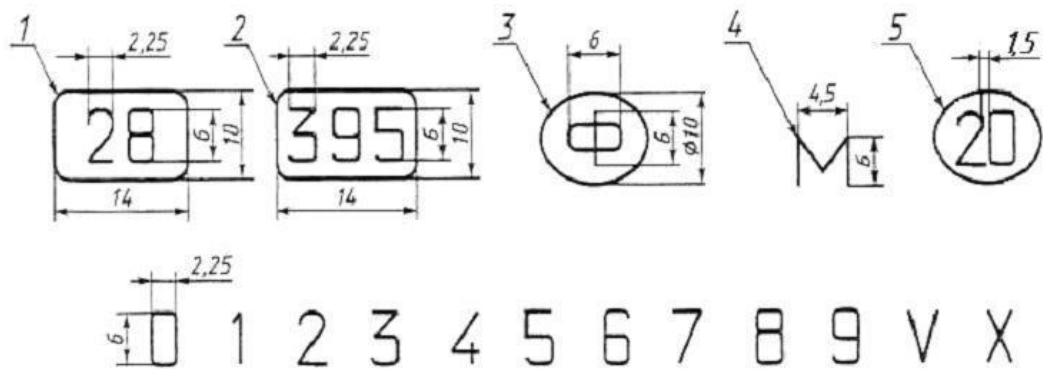
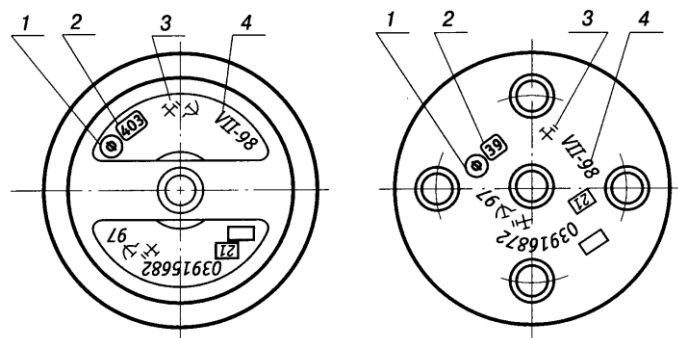


Рис. 11.1. Основні розміри клейм і знаків маркування, що наносяться на торці осей: 1, 2 – клеймо умовного номера підприємства; 3 – знак формування колісної пари; 4 – знак монтажу буксових вузлів; 5 – знак держави-власника

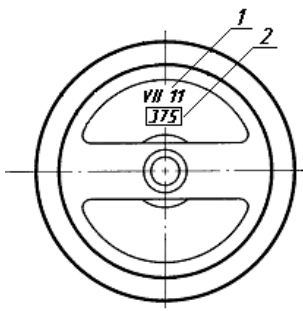


вісь типу PУ1

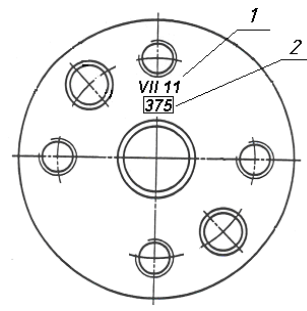
вісь типу PУ1Ш або PВ2Ш

Рис. 11.2. Клейма і знаки маркування, що стосуються нового формування або проведення капітального ремонту колісної пари: 1 – "Φ" – знак нового формування або проведення капітального ремонту колісної пари; 2 – умовний номер підприємства, яке виконувало нове формування або капітальний ремонт колісної пари; 3 – приймальні клейма; 4 – місяць і дві останні цифри року виробництва нового формування або капітального ремонту колісної пари

Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення середнього ремонту колісної пари, наносяться на торці осі з лівого боку колісної пари (рис. 11.3).



вісь типу РУ1



осі типу РУ1Ш або РВ2Ш

Рис. 11.3. Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення середнього ремонту колісної пари, які наносяться на торці осі:
 1 – місяць і дві останні цифри року проведення середнього ремонту колісної пари; 2 – умовний номер підприємства, яке виконувало середній ремонт колісної пари

Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення середнього ремонту колісної пари, наносяться на бирці, що встановлюється під лівий верхній болт кришки кріплення букс з правого боку колісної пари, обладнаної буксовими вузлами з підшипниками в корпусах букс (рис. 11.4).

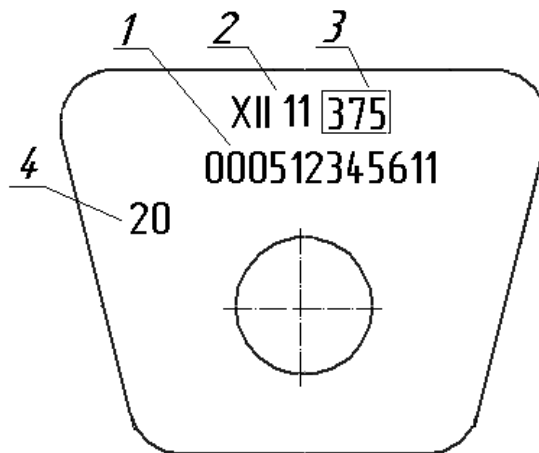


Рис. 11.4. Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення середнього ремонту колісної пари, які наносяться на бирці: 1 – індивідуальний номер колісної пари; 2 – місяць і дві останні цифри року проведення середнього ремонту колісної пари; 3 – умовний номер підприємства, яке виконувало середній ремонт колісної пари; 4 – код держави–власника колісної пари

При використанні в буксових вузлах підшипників касетного типу або здвоєних циліндричних підшипників на бирці наноситься додаткове маркування висотою 10 мм і шириною 5 мм:

- для підшипників касетного типу за ТУ БРЕНКО 840-462869-567-09 наноситься «К-1»;

- підшипників касетного типу за ТУ SKF.СТВU.001-2010 наноситься «К»;

- здвоєних циліндричних підшипників за ТУ ВНИПП.048-1-00 і ТУ ВНИПП.072-01 наноситься «СП».

Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення середнього ремонту колісної пари, обладнаної буксами з підшипниками касетного типу з адаптером, наносяться на стопорній шайбі торцевого кріплення підшипників з лівого боку колісної пари (рис. 11.5).

При проведенні середнього ремонту колісної пари перед постановкою редукторно-карданного привода від торця шийки осі колісної пари РУ1 на торці цієї шийки наносять букви “РК” та дату установаження редуктора (місяць римськими цифрами та дві останні цифри року).

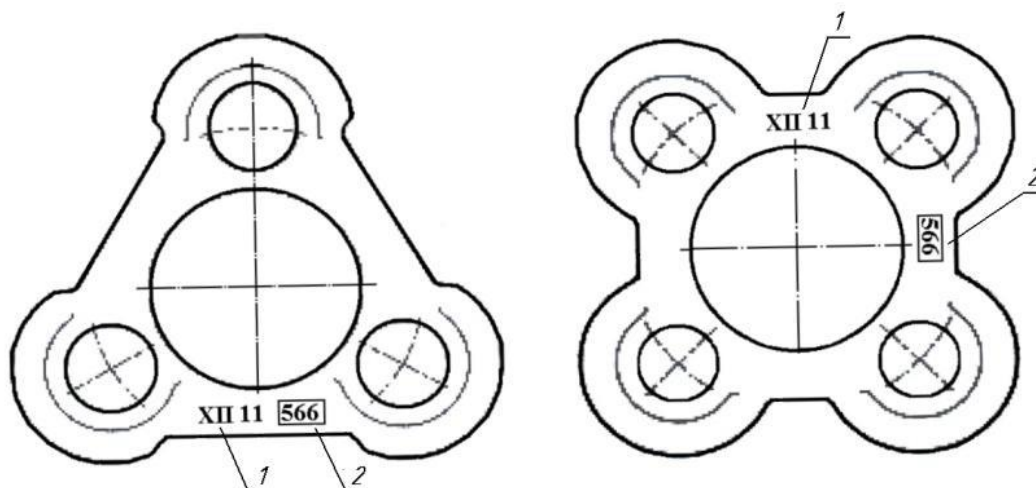


Рис. 11.5. Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення середнього ремонту колісної пари, які наносяться на стопорній шайбі: 1 – місяць і дві останні цифри року проведення середнього ремонту колісної пари; 2 – умовний номер підприємства, яке виконувало середній ремонт колісної пари

Букви “РК” і дату ставлять на правій шийці осі в секторі, де знаходиться номер осі, а на лівій – у будь-якому із секторів.

Установлення редуктора на шийку осі колісної пари, що має знаки “РК” із терміном її експлуатації більше 4 років, не допускається.

Дозволяється переставляти редуктор на іншу шийку осі цієї ж колісної пари за умови відсутності на ній букв “РК” і дати.

При монтажі буксових вузлів на тому самому підприємстві, де виконувався капітальний ремонт колісної пари, на стопорній шайбі з правого боку колісної пари додатково наносяться знаки і клейма відповідно до рис. 11.6.

При монтажі буксових вузлів на підприємствах, що не проводили ремонт колісних пар, замість знаків і клейм про проведення середнього ремонту наносяться знаки і клейма про виконання монтажу буксових вузлів:

- «М» – знак монтажу буксових вузлів;
- місяць і дві останні цифри року проведення монтажу буксових вузлів;
- умовний номер підприємства, яке виконало монтаж буксових вузлів.

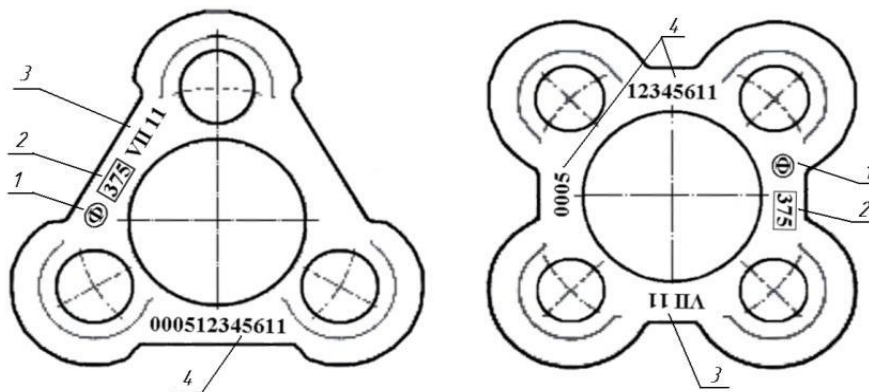


Рис. 11.6. Клейма і знаки маркування, що наносяться на стопорній шайбі при монтажі буксових вузлів на тому самому підприємстві, де проводився капітальний ремонт колісної пари:

- 1 - "Ф" - знак проведення капітального ремонту колісної пари;
- 2 - умовний номер підприємства, що виконувало капітальний ремонт колісної пари;
- 3 - місяць і дві останні цифри року виконання капітального ремонту колісної пари;
- 4 - індивідуальний номер колісної пари

Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення поточного ремонту колісної пари, наносяться:

- на бирці, що встановлюється під правий верхній болт кріпильної кришки з правого боку колісної пари, обладнаної буксовими вузлами з підшипниками в корпусах букс (рис. 11.7);

- на стопорній шайбі з лівого боку колісної пари з підшипниками касетного типу з адаптером (рис. 11.8).

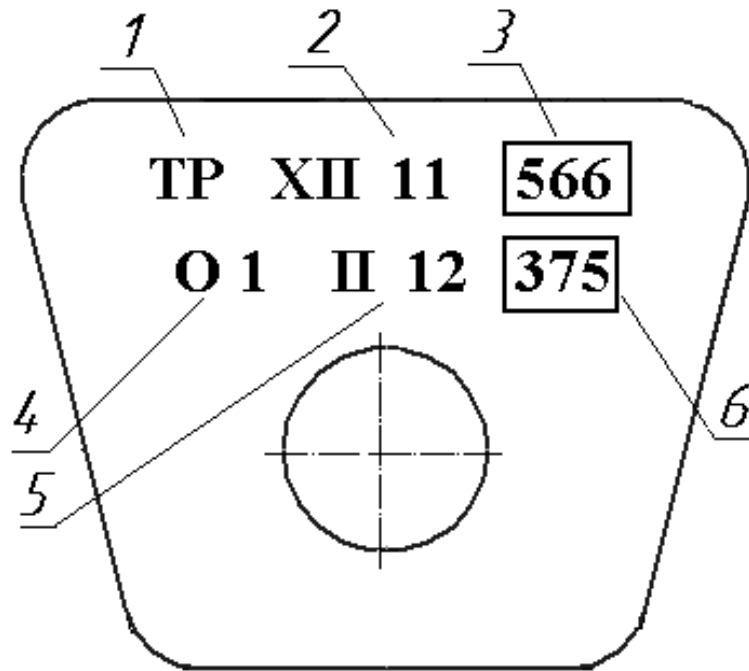


Рис. 11.7. Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення поточного ремонту колісної пари і відновлення профілю поверхні кочення коліс, що наносяться на бирці: 1 – знак проведення поточного ремонту; 2 – місяць і дві останні цифри року проведення поточного ремонту; 3 – умовний номер підприємства, яке провело поточний ремонт колісної пари; 4 – О1 або О2 або О3 і т. д. – знак проведення відновлення профілю поверхні кочення коліс; 5 – місяць і дві останні цифри року проведення відновлення профілю поверхні кочення коліс; 6 – умовний номер підприємства, яке провело відновлення профілю поверхні кочення коліс

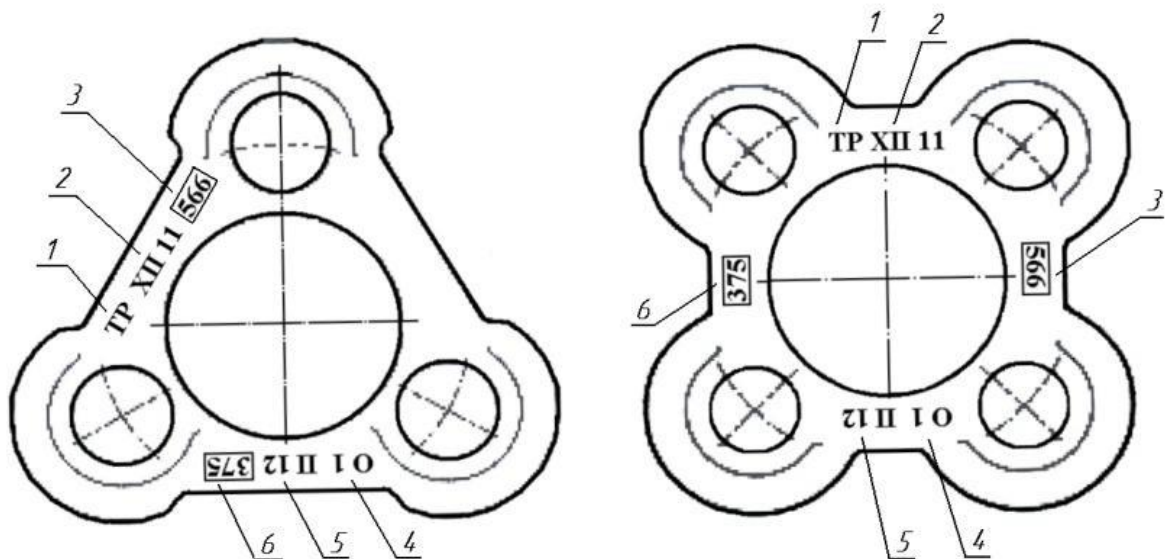


Рис. 11.8. Клейма і знаки маркування, що стосуються проведення поточного ремонту колісної пари і відновлення профілю поверхні кочення коліс, що наносяться на стопорній шайбі: 1 – знак проведення поточного ремонту; 2 – місяць і дві останні цифри року проведення поточного ремонту; 3 – умовний номер підприємства, яке провело поточний ремонт колісної пари; 4 – O1 або O2 або O3 і т. д. – знак проведення відновлення профілю поверхні кочення коліс; 5 – місяць і дві останні цифри року проведення відновлення профілю поверхні кочення коліс; 6 – умовний номер підприємства, яке провело відновлення профілю поверхні кочення коліс

Клейма і знаки маркування при кожному відновленні профілю поверхні кочення коліс наносяться:

- на бирці, що встановлюється під правий верхній болт кріпильної кришки з правого боку колісних пар, обладнаних буксовими вузлами з підшипниками в корпусах букс (рис. 11.7);
- на стопорній шайбі з лівого боку колісної пари, що встановлюється під болти M20 торцевого кріплення підшипників касетного типу з адаптером (рис. 11.8).

При цьому на торцях шийок осі забороняється нанесення будь-яких знаків і клейм про виконання обточування .

Якщо неможливо поставити знаки та клейма про проведений ремонт або повне обстеження внаслідок заповнення всіх секторів відповідних торців осі, то старі знаки та клейма необхідно зачеканити або заварити з подальшим зачищенням.

Забороняється зачеканювати або заварювати знаки та клейма, які стосуються виготовлення осей і установаження редукторно-карданного привода (РК). Вони повинні зберігатися на весь час експлуатації осі.

Колісні пари пасажирських вагонів для швидкостей руху більше 140 км/год після динамічного балансування повинні мати клеймо “Б”, яке вибивається в холодному стані на ободі кожного колеса поряд з маркуванням, передбаченим державними стандартами.

11.4. Фарбування

Колісні пари після проведення їм капітального і середнього ремонтів фарбують фарбою чорного (чи іншого кольору) на оліфі, лаком або емаллю марок, узгоджених із залізничними адміністраціями або власниками інфраструктури в установленому порядку.

Фарбуванню підлягають:

а) у колісних парах з гальмівними дисками - середня частина осі між гальмівними дисками, а також між гальмівними дисками і суцільнокатаними колесами. Особливо ретельно необхідно виконувати фарбування осі в місцях її з'єднання з маточиною колеса з внутрішнього боку колісної пари;

б) маточини гальмівних дисків (фарбування бокових поверхонь вінців дисків заборонено);

в) суцільнокатані колеса – маточина, диск, обід (фарбування поверхні кочення заборонено);

г) передпідматочинні частини між лабіринтовими кільцями і колесами. Особливо ретельно мають бути зафарбовані місця з'єднання лабіринтового кільця з передпідматочинною частиною осі, а також передпідматочинна частина між лабіринтовим кільцем і колесом, щоб уникнути утворення корозійних ушкоджень;

д) зовнішні поверхні корпусів букс, оглядових і кріпильних кришок;

е) для редукторних колісних пар – редуктор;

ж) для колісних пар з приводом від торця осі – бокові поверхні приводного шківів.

Контрольні питання

1. Які вимоги висуваються до колісних пар при випуску вагонів із ремонту?
2. Які розміри колісних пар і їхніх елементів допускаються при випуску вантажних вагонів з усіх видів ремонту?
3. Які знаки маркування і клейма, що стосуються виготовлення осей, повинні мати колісні пари?
4. Які знаки маркування і клейма, що стосуються виготовлення коліс, повинні мати колісні пари?
5. Які знаки маркування і клейма, що стосуються формування колісних пар, повинні мати колісні пари?
6. Які знаки маркування і клейма, що стосуються проведення поточного, середнього і капітального ремонтів, а також відновлення профілю поверхні кочення коліс, повинні мати колісні пари?
7. Які елементи колісних пар підлягають фарбуванню та після яких видів ремонту?

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Богданов, А. Ф. Эксплуатация и ремонт колесных пар вагонов [Текст] / А. Ф. Богданов, В. Г. Чурсин. – М. : Транспорт, 1985. – 270 с.
2. Бондаренко, В. В. Застосування шумодіагностичного методу для контролю технічного стану ходових частин вагонів під час руху [Текст] / В. В. Бондаренко, Д. І. Скуріхін, В. В. Аракелян // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків : УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 135. – С. 211-215.
3. Борзилов, І. Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів [Текст] / І. Д. Борзилов. – Харків : УкрДАЗТ, 2003. – 245 с.
4. Борзилов, І. Д. Удосконалення технології технічного обслуговування та ремонту вагонів засобами технічної діагностики (частина 1) [Текст]: навч. посібник / І. Д. Борзилов. – Харків : ТОВ "Енергозберігаючі технології", 2003. – 91 с.
5. Вагоны: конструкция, теория и расчет [Текст]: учебник / Л. А. Шадур, И. И. Челноков, Л. Н. Никольский [и др.]; под ред. Л. А. Шадура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1980. – 440 с.
6. Гайдаров, Н. Тележки с раздвижными колесными парами [Текст] / Н. Гайдаров // Бюллетень ОСЖД. – 1992. – № 3-4. – С. 20–23.
7. Гридюшко, В. И. Вагонное хозяйство [Текст] : учебник / В. И. Гридюшко, В. П. Бугаев, Н. З. Криворучко. – М. : Транспорт, 1988. – 295 с.
8. Дьомін, Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення) [Текст] / Ю. В. Дьомін – К. : Юнікон-Прес, 2001. – 342 с.
9. Дьомін, Ю. В. Перспективи використання розсувних колісних пар [Текст] / О. М. Пшінько, Ю. В. Дьомін, О. М. Савчук, К. Б. Савченко // Залізничний транспорт України. – 1998. – № 4-5. – С. 2-4.
10. Есаулов, В. П. Цельнокатаные железнодорожные колеса с комплексно-криволинейной поверхностью катания [Текст] / В. П. Есаулов, А. И. Козловский, М. И. Староселецкий [и др.]. – Днепропетровск : Сич, 1997. – 274 с.

11. Изменение ширины колеи по системе Talgo в тележках грузовых вагонов [Текст] // Железные дороги мира. – 1995. – № 4. – С. 32-38.

12. Конструирование и расчёт вагонов [Текст]: учебник / В. В. Лукин, П. С. Анисимов, В. Н. Котуранов [и др.]; под. ред. П. С. Анисимова. – М.: ФГОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2011. – 688 с.

13. Конструирование и расчёт вагонов [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В. В. Лукин, Л. А. Шадур, В. Н. Котуранов [и др.]; под. ред. В. В. Лукина. – М. : УМК МПС России, 2000. – 731 с.

14. Лашко, А. Д. К вопросу о стратегии Укрзализниці по устранению сверхнормативных износов пары "колесо-рельс" [Текст] / А. Д. Лашко, О. М. Савчук // Залізнич. трансп. України. – 1997. – № 2-3. – С. 2-4.

15. Лашко, А. Д. Комплексная модернизация тележек 18-100 для снижения износа колес и повышения ходовых качеств грузовых вагонов [Текст] / А. Д. Лашко, W. M. Gregg Hansen, В. Ф. Ушкалов [и др.] // Вестник Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна. – Днепропетровск, 2004. – Вып. 5. – С. 215–219.

16. Мартинов, І. Е. Математичне моделювання коливань колісної пари як основа методу акустичного контролю [Текст] / І. Е. Мартинов, В. В. Бондаренко, Д. І. Скуріхін // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – №1/7 (67). – С. 22–28.

17. Михайлов, Е. В. История создания и перспективы применения раздвижных колесных пар на железнодорожном подвижном составе [Текст] / Е. В. Михайлов // Вагонный парк. – 2010. – № 9. – С. 61-64.

18. Мотовилов, К. В. Технология производства и ремонта вагонов [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / К. В. Мотовилов. – М. : Маршрут, 2003. – 382 с.

19. Мурадян, Л. А. Исследование действующих условий эксплуатации и анализ причин сокращения ресурса работы железнодорожных колес [Текст] / В. Г. Анофриев, Л. А. Мурадян // Вісник Дніпропетр. нац. унів-ту залізнич.

трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2010. – Вип. 34. – С. 206-210.

20. Мямлин, С. В. Моделирование динамики рельсовых экипажей [Текст] / С. В. Мямлин. – Днепропетровск : Нова ідеологія, 2002. – 240 с.

21. Нагорный, Е. В. Совершенствование технического обслуживания вагонов на сортировочных станциях [Текст] / Е. В. Нагорный, И. И. Хаба. – К. : Техника, 1987. – 93 с.

22. Расчет вагонов на прочность [Текст]: учебник / С. В. Вершинский, Е. Н. Никольский, Л. Н. Никольский [и др.]; под ред. Л. А. Шадура. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1971. – 442 с.

23. Садчиков, П. И. Технология перехода железнодорожного подвижного состава с одной колеи на другую (международный опыт) [Текст] / П. И. Садчиков, О. Л. Целищева // Техника железных дорог. – 2011. – № 2 (14). – С. 28-36.

24. Сенько, В. И. Проектирование устройств вагонного хозяйства на сортировочных станциях [Текст] / В. И. Сенько, Т. С. Банек. – Гомель : БелИИЖТ, 1987. – 61 с.

25. Сенько, В. И. Совершенствование организации технического обслуживания и текущего ремонта грузовых вагонов [Текст] / В. И. Сенько. – Гомель : БелГУТ, 2002. – 178 с.

26. Технология вагоностроения и ремонта вагонов: учебник [Текст] / В. С. Герасимов, И. Ф. Скиба, Б. М. Кернич [и др.]; под ред. В. С. Герасимова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1988. – 381 с.

27. Устич, П. А. Система технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов [Текст]: учеб. пособие / П. А. Устич. – М. : РИО МИИТа, 1989. – 153 с.

28. Ушкалов, В. Ф. Создание новых профилей обода железнодорожных колес для снижения их износа при использовании в типовых тележках ЦНИИ-ХЗ [Текст] / В. Ф. Ушкалов, Т. Ф. Мокрый, И. А. Мащенко, И. Е. Шевцов // Техническая механика. – 2002. – №2. – С. 132 – 138.

29. Цыган, Б. Г. Вагоностроительные конструкции [Текст] / Б. Г. Цыган, А. Б. Цыган. – Кременчуг, 2005. – 751 с.

30. Suwalski, R. M. SUW 2000: Wozki towarowe I osborne w awtomatycznym ruchu przestawczym 1435/1520 mm [Текст] / R. M. Suwalski // Technika transportu szynowego. – 2000. — № 7/8. – S. 32–44.

31. Ushkalov, V. F. Extension of the Wheelset Operation Life at 1520 mm Track Railways [Текст] / V. F. Ushkalov, T. F. Mokriy, I. YU. Malysheva, S. S. Pasichnik, I. V. Podyelnikov, N. V. Bezrukavyy // 17th International Wheelset Congress, 22–27 September, 2013. Kiev, Ukraine. – Kiev, 2013. – Part 2. – P. 91–98.

32. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних) [Текст]. – Чинний від 2015-07-01. – К.: Мінекономрозвитку України, 2015. – 249 с.

33. ДСТУ 7774:2015. Вагони пасажирські магістральні локомотивної тяги. Загальнотехнічні норми для розрахування та проектування механічної частини вагонів [Текст]. – Чинний від 2016-04-01. – К.: Мінекономрозвитку України, 2017. – 189 с.

34. ДСТУ ГОСТ 10791:2016. Колеса цельнокатаные. Технические условия (ГОСТ 10791-2004, ИДТ) [Текст]. – Введ. 2016-09-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с.

35. ДСТУ ГОСТ 22780:2009 (ИСО 1005–9–86). Оси для вагонов железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Типы, параметры и размеры (ГОСТ 22780-93 (ИСО 1005-9-86), ИДТ) (Осі для вагонів залізниць колії 1520 (1524) мм. Типи, параметри і розміри) [Текст]. – Чинний від 2009-12-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 12 с.

36. ДСТУ ГОСТ 4835:2008. Колісні пари вагонів магістральних залізниць колії 1520 мм. Технічні умови (ГОСТ 4835-2006, ИДТ) [Текст]. – Чинний від 2008-10-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 14 с.

37. ДСТУ ГОСТ 31334:2009. Оси для рухомого складу залізниць колії 1520 мм (ГОСТ 31334-2007, ИДТ). Технічні умови [Текст]. – Чинний від 2009-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 33 с.

38. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения [Текст]. – Введ. 1990-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 32 с.

39. ГОСТ 4835-80. Колесные пары для вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Технические условия [Текст]. – Введ. 1980-05-06. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 6 с.

40. ГОСТ 4728-89. Заготовки осевые для подвижного состава железнодорожных дорог колеи 1520 мм. Технические условия [Текст]. – Введ. 1990-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 9 с.

41. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [Текст]. – М. : Транспорт, 1983. – 258 с.

42. ЦВ-0043. Інструкція оглядачу вагонів [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці від 28.12.2001 р. № 737-Ц (наказ Укрзалізниці 12 липня 2002 р. № 336-Ц) / Міністерство транспорту та зв'язку України, Державна адміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця, Головне управління вагонного господарства. – Чинна 2002-09-01. – К., 2002. – 196 с.

43. Класифікація несправностей вагонних колісних пар та їх елементів [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці № 095-Ц від 15.03.2006 р. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 79 с.

44. ЦРБ 0004. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст] : затв. наказом Міністерства тр-ту України від 16 січня 1995 р. № 27: офіц. вид. / Міністерство транспорту України. – К. : Транспорт України, 1995. – 256 с.

45. РД 07.09-97 (с изменениями 1-3). Руководство по комплексному ультразвуковому контролю колесных пар вагонов [Текст] : утв. указанием МПС России от 24.09.1997 г. – М., 1997. – 205 с.

46. РД 32.144-2000. Руководящий документ. Контроль неразрушающий приёмочный. Колёса цельнокатаные, бандажи и оси колёсных пар подвижного состава. Технические требования [Текст] : утв. указанием МПС России от 29.05.2001 г. N М-943у. – Введ. 2001-10-01. – М. : ОАО РЖД, 2001. – 15 с.

47. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524 мм) [Текст]: утв. Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 16-17 октября 2012 г. № 57). – Введ. 2013-01-01. – М. : ОАО РЖД, 2013. – 275 с.

48. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами пассажирских вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524 мм) [Текст]: утв. Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 4-5 ноября 2015 г. № 63). – Введ. 2016-01-01. – М.: ОАО РЖД, 2015. – 275 с.

49. Руководящий документ по техническому обслуживанию, ремонту и освидетельствованию колесных пар вагонов с буксовыми узлами, оборудованными подшипниками роликовыми радиальными с короткими цилиндрическими роликами и защитными шайбами сдвоенными типа Н6-882726Е2К1МУ в габаритах 130×250×160 мм производства ОАО "Харьковский подшипниковый завод" № РД 32 ЦВ-ВНИИЖТ-ХАРП-2009 [Текст]. – Введ. 2009-10-01. – М.: ОАО РЖД, 2009. – 17 с.

50. СТП 04-001:2015. Колісні пари вантажних вагонів. Правила технічного обслуговування, ремонту та формування [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці від 11.11.2015 р. № 483. – Чинний від 2016-04-01. – К.: Укрзалізниця, 2016. – 138 с.

51. Т 18.04. Інструкція з ультразвукового контролю осей колісних пар при виконанні проміжної ревізії [Текст]: затв. наказом Укрзалізниці від 25.08.2004 р. № 647-ЦЗ. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 73 с.

52. Т12.01. Типовий технологічний процес роботи пунктів технічного обслуговування вагонів [Текст]: №ЦВ-0041. ГОСТ 3.1105-84; затв. наказом Укрзалізниці від 25.12.2001 р. № 725-Ц. – К., 2001. – 313 с.

53. Інструкція з неруйнівного контролю деталей та вузлів вагонів магнітопорошковим, вихорострумовим та ферозондовим методами та з випробуванням на розтягнення [Текст]: ЦВ-0052; затв. наказом Укрзалізниці від 28.12.2002 р. № 674-Ц – К., 2002. – 205 с.

54. ЦВ0073. Інструкція з організації ремонту колісних пар у вагоноколісних майстернях (ВКМ) та вагонних депо (ВЧД) залізниць [Текст]: затв. наказ. Укрзалізниці від 31.01.2005 р. №355Ц / Міністерство транспорту України; Держадміністрація залізничного транспорту України; Головне управління вагонного господарства. – К., 2006. – 80 с.

55. ВНД УЗ 32.2.04.036-2013. Технологічна інструкція по зміцненню накатуванням роликами осей колісних пар вагонів [Текст]: ЦВ-0141: наказ від 24.12.2013 р. № 460-Ц/од / Міністерство інфраструктури України, Держадміністрація залізничного транспорту України, Укрзалізниця. – К. : ТОВ Девалта, 2014. – 32 с.

56. Восстановление автоматической наплавкой дефектной резьбовой части вагонных осей. Технологическая инструкция [Текст] : ЦВА 7. – М. : ВНИИЖТ, 1989. – С. 14.

57. А. с. 1695601 СССР, МПК В 60 В 21/02. Обод железнодорожного колеса [Текст] / Есаулов В. П., Хаба И. И., Есаулов А. Т., Шевченко Е. И., Сладковский А. В., Таран Ю. Н., Плискановский С. Т., Козловский А. И., Веревка Б. Ф., Староселецкий М. И., Краснобаев Ю. В., Козубенко И. Д., Хмиленко В. С., Короленко А. Н. (СССР). – № 4921426/11; заявл. 04.02.91; опубл. 15.02.93, Бюл. № 6. – 3 с.

58. Профіль обода залізничного колеса [Текст] : декларац. пат. 1182 Україна: МПК В 60В 21/02 / Ушкалов В. Ф., Мокрій Т. Ф., Мащенко І. О.. – № 2001064278; заявл. 20.06.2001; опубл. 15.03.2002, Бюл. № 3. – 2 с.

59. Железнодорожное колесо [Текст] : пат. 2208523 Рос. Федерация: МПК7 В60В17/00; заявители, авторы и патентообладатели Винник Л. В., Фридберг А. М., Сапенко А. А. – № 2001134255/28; заявл. 20.12.2001; опубл. 20.07.2003, Бюл. № 20. – 2 с.

60. Железнодорожное колесо Фридберга А. М. [Текст] : пат. 2344941 Рос. Федерация: МПК7 В6F13, В60В9, В60В17; заявитель, автор и патентообладатель Фридберг А. М. – № 2006117739/11; заявл. 24.05.2006; опубл. 27.01.2009, Бюл. № 3. – 5 с.

61. Обід залізничного колеса (Варіанти) [Текст] : пат. 42054 Україна: МПК В 60В 21/02 / Ушкалов В. Ф., Мокрій Т. Ф., Малишева І. Ю., Мащенко І. О., Шевцов І. Є. – № 97084406; заявл. 29.08.1997; опубл. 15.10.2001, Бюл. № 9. – 2 с.

62. Колесо вантажного залізничного вагона [Текст] : пат. 84375 Україна: МПК В 60В 21/00 / Ушкалов В. Ф., Мокрій Т. Ф., Малишева І. Ю., Под'ельников І. В., Безрукавий Н. В. – № 201215148; заявл. 29.12.2012; опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20. – 2 с.

63. Составное железнодорожное колесо и способ его изготовления [Текст]: пат. 2121928 Рос. Федерация: МПК В60В9/12, В21К1/28; заявитель и патентообладатель Вальдюн (FR), Жак Брук (FR); Франсуа Демилли (FR) – № 2006117739/11; заявл. 29.05.1996; опубл. 20.11.1998, Бюл. № 32. – 6 с.

64. Полые оси для колесных пар пассажирских вагонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://osi-valy.ru/detali/192>.

65. Назначение и устройство колесной пары [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pomogala.ru/konstrukt/konstrukt_4.html.

66. Колесо [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.pomogala.ru/konstrukt/konstrukt_6.html.

67. Vatiategaugesystem Talgo RD 2008 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=qwNlg_91GE.

Допустима шорсткість поверхонь елементів колісних пар

Елементи та частини колісних пар	Шорсткість поверхні за ГОСТ 2789-73, мкм	Клас шорсткості за діючим раніше ГОСТ 2789-59
Осі		
Поверхня шийки (включаючи галтелі) після накатування	0,80	1,25
Торцеві поверхні зарізьбової канавки: з боку шийки	3,2	R _z 20
з боку різьби	6,3	R _z 40
Передпідматочинна частина: під накатування роликками	6,3	R _z 40
після накатування, шліфування	1,6	2,5
Підматочинна частина (включаючи західний конус):		
після обточування під накатування роликками	3,2	R _z 20
після накатування	0,80	1,25
Торець осі: у колісних парах з роликковими підшипниками	6,3	R _z 40
в осях РУ1Ш на пояску шириною 20 мм від поверхні шийки	3,2	R _z 20
Середня частина осі: при обточуванні під накатування	6,3	R _z 40
після накатування	1,6	2,5
Колеса		
Отвір маточини, розточений під запресовування	3,2	R _z 20
Внутрішній і зовнішній торець маточини, внутрішня бокова поверхня обода, поверхня кочення, зовнішня фаска поверхні кочення та гребінь	12,5	R _z 80

Таблиця Д.1.2

Допустимі розміри колісних пар вантажних вагонів і їхніх елементів після ремонту та в експлуатації, мм

Номер з/п	Колісні пари, їхні елементи та основні параметри	ПР та СР колісної пари	КР колісної пари	КР вагона	Деповський ремонт вагона	Технічне обслуговування	в експлуатації
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Колісні пари						
1.1	Відстань між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс	1438 – 1443	1439 – 1442	1439 – 1442	1438 – 1443	1438 – 1443 ³⁾	1437 – 1443 ⁶⁾
1.2	Різниця відстаней між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс, яку вимірюють у чотирьох точках, що розташовані у двох взаємоперпендикулярних площинах, не більше	2,0	1,5	2,0	2,0	2,0 ³⁾	2,0 ⁶⁾
1.3	Різниця відстаней між торцями передпідматочинної частини осі та внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс з одного та іншого боку колісної пари, не більше	5,0 ¹⁾	3,0	3,0	5,0	-	-

Продовження табл. Д.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
1.4	Різниця діаметрів коліс по колу кочення в одній колісній парі, не більше: – у разі відновлення поверхні кочення – без відновлення поверхні кочення	0,5 1,0	0,5 1,0	0,5 1,0 (0,5 ⁴)	0,5 1,0 (0,5 ⁴)	0,5 ³ 1,0 ³	-
1.5	Відхилення від співвісності кола кочення відносно поверхні шийки або підматочинної частини осі, не більше: – у разі відновлення поверхні кочення – без відновлення поверхні кочення	0,5 ¹ 1,0 ¹	0,5 1,0	0,5 1,0	0,5 1,0	0,5 ³ 1,0 ³	-
2	Осі						
2.1	Діаметр шийки осі типу: – РУ1 та РУ1Ш – РВ2Ш	130 ^{+0,052 +0,005} 1) 150 ^{+0,090 1) +0,045}	130 ^{+0,052 +0,010} 150 ^{+0,090 +0,055}	-	-	-	-

Продовження табл. Д.1.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
2.2	Діаметр осі в місці зарізьбової канавки у колісних парах з осями типу РУ1	90 _{-2,2} ¹⁾	90 _{-2,2}	-	-	-	-
2.3	Ширина зарізьбової канавки у колісних парах з осями типу РУ1	8 ^{+1,5} 1)	8 ^{+1,5}	-	-	-	-
2.4	Заниження (зменшення) діаметра шийки біля галтелі (глибина на сторону)	0,10 – 0,45 ¹⁾	0,10 – 0,45	-	-	-	-
2.5	Відстань від торця передпідмагочинної частини до початку зменшення діаметра на шийці осі типу – РУ1 та РУ1Ш – РВ2Ш	27,0 – 34,0 ¹⁾ 33,0 – 37,0 ¹⁾	27,0 – 34,0 33,0 – 37,0	-	-	-	-
2.6	Конусоподібність і овальність шийки осі, не більше	0,02 ¹⁾	0,02	-	-	-	-
2.7	Радіальне биття шийки, не більше	0,3 ¹⁾	0,3	-	-	-	-

Продовження табл. Д.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
2.8	Діаметр передпідматочинної частини осі типу: – РУ1 та РУ1Ш – РВ2Ш	165 ^{+0,2 1)} _{-0,98} 185 ^{+0,165 1)} _{+0,066}	165 ^{+0,2} _{-0,88} 185 ^{+0,165} _{+0,066}	-	-	-	-
2.9	Овальність і конусоподібність передпідматочинної частини осі, не більше	0,05 ¹⁾	0,05				
2.10	Діаметр підматочинної частини, не менше: – РУ1 та РУ1Ш – РВ2Ш	182,0 196,0	182,0 196,0	-	-	-	-
2.11	Довжина підматочинної частини, не менше: – вісь 3 конусоподібною середньою частиною – вісь 3 циліндричною середньою частиною	-	265,0 250,0	-	-	-	-
2.12	Непрямолінійність (хвилястість) твірної підматочинної частини, не більше	-	0,02	-	-	-	-

Продовження табл. Д.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
2.13	Конусоподібність підматочинної частини за умови, що найбільший діаметр звернений до середини осі, не більше	-	0,1	-	-	-	-
2.14	Овальність підматочинної частини осі, не більше	-	0,05	-	-	-	-
2.15	Діаметр середньої частини осей РУ1 та РУ1Ш, не менше: – вісь 3 конусоподібною середньою частиною – вісь 3 циліндричною середньою частиною – вісь РВ2Ш	155,0 ¹⁾ 160,0 ¹⁾ 175,0 ¹⁾	160,0 165,0 175,0	-	-	-	-
2.16	Вм'ятини, забоїни та протертості середньої частини осі, не більше	2	не допускається	не допускається	не допускається	2,0 ³⁾	2,5
2.17	Зовнішній діаметр різьби М110	110,0 – 108,7 ¹⁾	110,0 – 108,7				

Продовження табл. Д.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
3	Колеса						
3.1	Овальність по колу кочення коліс, не більше: – у разі відновлення поверхні кочення колеса – без відновлення поверхні кочення колеса	0,25 0,5	0,25 0,5	0,25 0,5	0,25 0,5	0,25 ³⁾ 0,5 ³⁾	-
3.2	Товщина обода колеса, не менше ²⁾ : – за комбінованим критерієм за пробігу ⁵⁾ : а) 110 тис. км (або 1 та 2 роки) б) 160 тис. км чи 210 тис. км (або 2 та 3 роки)						- 22,0 22,0
	– за критерієм календарної тривалості ⁵⁾	24,0	27,0	30,0	27,0	24,0	22,0
3.3	Рівномірний прокат, не більше: – у разі відновлення поверхні кочення колеса – без відновлення поверхні кочення колеса	не допускається 7,0	не допускається	не допускається	не допускається	не допускається	9,0

Продовження табл. Д.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
3.4	Нерівномірний прокат, не більше: — для колісних пар, які підкочують під вагон — для колісних пар, які не викочують із-під вагона	не допускається	не допускається	0	0	1,0 1,5	2,0
3.5	Ширина обода колеса: — нового виготовлення — старопридатного колеса	126 – 136	130 – 133 126 – 136	-	-	-	126 – 133 (поза місцем розташування маркування)
3.6	Довжина маточини колеса діаметром 957 мм	-	180,0 – 205,0	-	-	-	-
3.7	Товщина стінки маточини (вимірюється на відстані 170 мм від зовнішнього торця маточини), не менше	-	31,0	-	-	-	-
3.8	Різниця товщини стінки маточини в різних місцях по колу, не більше	-	10,0	-	-	-	-

Продовження табл. Д.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
3.9	Конусоподібність отвору маточини за умови, що більший діаметр отвору розташований з внутрішнього боку маточини, не більше	-	0,10	-	-	-	-
3.10	Овальність отвору маточини, не більше	-	0,05	-	-	-	-
3.11	Непрямолінійність твірної отвору маточини, не більше	-	0,02	-	-	-	-
3.12	Зазор між профілем колеса та робочою поверхнею максимального шаблону, не більше:						
	– для висоти гребеня	1,0	1,0	-	-	-	-
	– для поверхні кочення, гребеня, внутрішньої бокової поверхні обода	0,5	0,5				
3.13	Товщина гребеня (без відновлення профілю поверхні кочення коліс)	28,0 – 33,0	28,0 – 33,0	30,0-33,0	28,0-33,0	27,0-33,0	25,0 – 33,0

Продовження табл. Д.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
3.14	Різниця товщини гребенів коліс однієї колісної пари (без відновлення профілю поверхні кочення коліс), не більше	3,0	1,0	-	-	-	-
3.15	Товщина диска біля обода, не менше: – виготовлення до 1988 року – виготовлення з 1988 до 2011 року – виготовлення після 2011 року	17,0 ^{+3,0} 19,0 ^{+3,0} 19,0 ^{+4,0}	17,0	17,0	17,0	17,0 ³⁾	-
3.16	Кільцеві вироби на поверхні кочення коліс біля основи гребеня та на конусності 1:3,5, не більше: – у разі відновлення поверхні кочення коліс – без відновлення поверхні кочення коліс	не допускається ширина 10,0 глибина 0,5	не допускається ширина 10,0 глибина 0,5	не допускається не допускається	не допускається ширина 10,0 глибина 0,5	не допускається ширина 1,0 глибина 0,5	глибина– 1,0; ширина– 15,0
3.17	Навар, не більше	не допускається	не допускається	не допускається	не допускається	0,5	1,0

Продовження табл. Д.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
3.18	Вищербини без тріщин, що йдуть углиб обода колеса, не більше: – довжина – глибина	15,0 1,0	не допускається	не допускається	не допускається	15,0 1,0	50,0 10,0
3.19	Повзун, не більше	не допускається	не допускається	не допускається	не допускається	0,5	1,0
3.20	Вертикальний підріз гребеня висотою, не більше Місцеве збільшення ширини обода (розчавлювання), не більше Поверхневий відкол зовнішньої грані обода за умови що ширина обода в місці відколу не менше 120 мм						2,0 5,0 не більше 10,0

Примітки:

- 1) під час поточного ремонту колісної пари вимірювання не виконують;
- 2) товщина обода в місці розташування дефекту на поверхні кочення (вищербини, повзуни, нерівномірний прокат);
- 3) для колісних пар, що підкочують;
- 4) для цистерн;
- 5) для візків, які модернізовано за проектами С 03.04 [10], С 14.01 [11];
- 6) вимірювання треба виконувати у вільному від навантаження стані колісної пари.

Продовження табл. Д.1.3

1	2	3	4	5
2.4	Товщина гребеня колеса: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год	32,0...33,0 32,0...33,0 32,0...33,0	30,0...33,0 30,0...33,0 32,0...33,0	26,0...33,0 29,0...33,0 31,0...33,0
2.5	Рівномірний прокат коліс: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год	3,0 0 0	5,0 0 0	6,0 3,0 3,0
2.6	Нерівномірний прокат коліс, не більше: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год редукторна колісна пара до 160 км/год	0 0 0 0	0 0 0 0	0,5*...1,0** 0,5*...1,0** 0,5*...1,0** 0*...0,5**
2.7	Кільцеві вирібки шириною не більше 10,0 мм і глибиною, не більше	не допускається	0,5	0,5
2.8	Навар на поверхні кочення колеса висотою, не більше	не допускається	не допускається	0,5
2.9	Повзун на поверхні кочення колеса глибиною, не більше	не допускається	не допускається	0,5

Продовження табл. Д.1.3

1	2	3	4	5
1.3	Відстань між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год редукторна колісна пара до 160 км/год	1,0 1,0 1,0 0,5	1,0 1,0 1,0 0,5	1,0* 1,0* 1,0* 0,5*
2	Колеса			
2.1	Товщина диска колеса біля обода, не менше: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год	19,0 19,0 19,0	17,0 17,0 19,0	17,0* 17,0* 17,0*
2.2	Овальність колеса по колу кочення, не більше: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год	0,5 0,5 0,5	1,0 1,0 0,5	1,0* 1,0* 0,5*
2.3	Товщина обода колеса, не менше: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год	40,0 42,0 45,0	35,0 40,0 45,5	33,0 37,0 42,5

Продовження табл. Д.1.3

1	2	3	4	5
2.4	Товщина гребеня колеса: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год	32,0...33,0 32,0...33,0 32,0...33,0	30,0...33,0 30,0...33,0 32,0...33,0	26,0...33,0 29,0...33,0 31,0...33,0
2.5	Рівномірний прокат коліс: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год	3,0 0 0	5,0 0 0	6,0 3,0 3,0
2.6	Нерівномірний прокат коліс, не більше: до 120 км/год включно від 120 до 140 км/год від 140 до 160 км/год редукторна колісна пара до 160 км/год	0 0 0 0	0 0 0 0	0,5*...1,0** 0,5*...1,0** 0,5*...1,0** 0*...0,5**
2.7	Кільцеві виробки шириною не більше 10,0 мм і глибиною, не більше	не допускається	0,5	0,5
2.8	Навар на поверхні кочення колеса висотою, не більше	не допускається	не допускається	0,5
2.9	Повзун на поверхні кочення колеса глибиною, не більше	не допускається	не допускається	0,5

Продовження табл. Д.1.3.

1	2	3	4	5
2.10	Вищербини на поверхні кочення колеса без тріщин, що йдуть углиб металу завдовжки не більше 15,0 мм або завглибшки, не більше	не допускається	не допускається	1,0
3	Осі			
3.1	Забойни, намини та протертості на середній частині осі, не більше	не допускається	не допускається	1,0

Примітки:

* – перевіряється тільки в колісних парах, що підключаються під вагон;

** – для колісних пар, що не виконуються 3-під вагона.

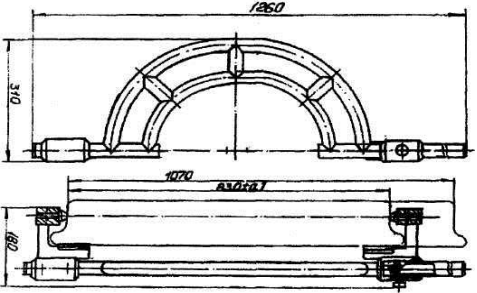
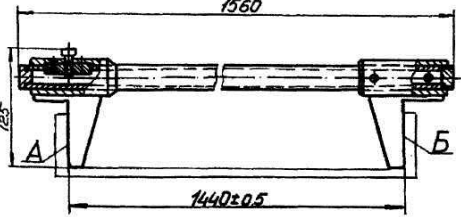
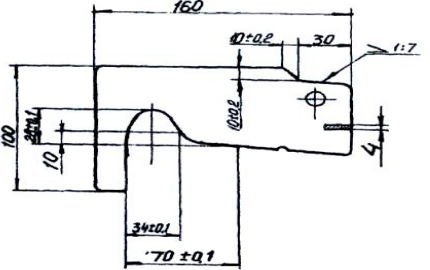
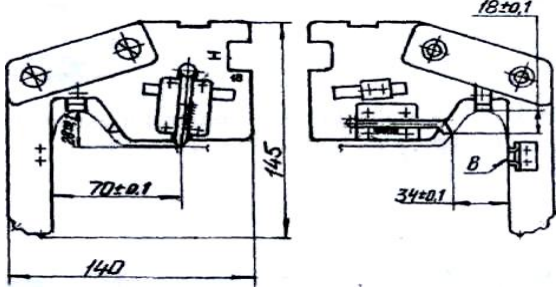
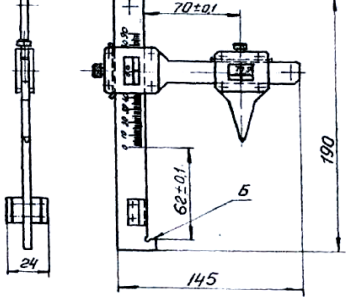
Додаток 2
Таблиця Д.2.1

Найменші допустимі діаметри осей колісних пар під час випуску вантажних вагонів із усіх видів ремонту

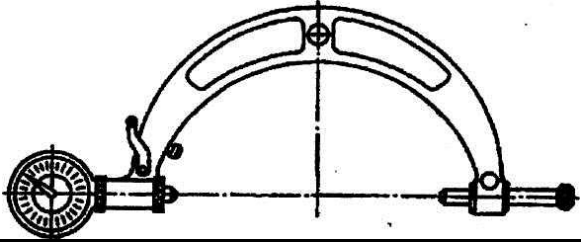
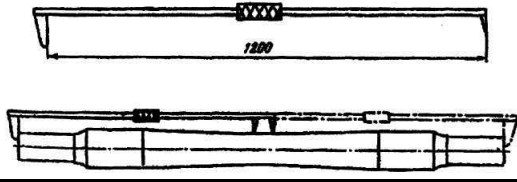
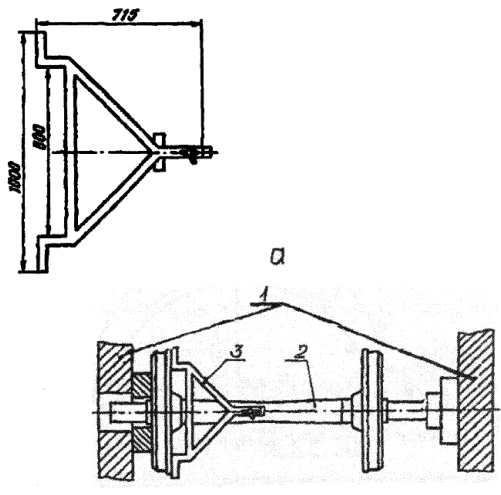
Номер з/п	Маса вагона, бруто, т			Навантаження від осей на рейки, кН (тс)	Діаметри частин осей РУ1, РУ1Ш, РВ2Ш, мм			
	восьмивісний	шестивісний	чотири-вісний		шийка	передпідматочинна	підматочинна	середня
1	—	—	99,5 – 100,0	245,2 (25,0)	150 ^{+0,045}	185 ^{+0,066}	196,0	175,0
2	181 – 190	—	91,0 – 94,0	223,1 – 228,1 (22,75 – 23,50)	130 ^{+0,005} 130 ^{-0,040} *	164 ^{+0,020}	184,0	160,0
3	171 – 180	128 – 135	86,0 – 90,0	210,9 – 220,7 (21,5 – 22,5)	130 ^{+0,005} 130 ^{-0,040} *	164 ^{+0,020}	182,0	160,0
4	до 170	до 127,5	81,0 – 85,0	198,6 – 208,5 (20,25 – 21,25)	130 ^{+0,005} 130 ^{-0,040} *	164 ^{+0,020}	182,0	160,0
5	—	—	71,0 – 80,0	174,1 – 196,2 (17,75 – 20,0)	130 ^{+0,005} 130 ^{-0,040} *	164 ^{+0,020}	182,0	160,0
6	—	—	до 70	171,7 (17,5)	130 ^{+0,005} 130 ^{-0,040} *	164 ^{+0,020}	180	155,0

* За умови використання ремонтних внутрішніх кілець підшипників.

Комплект засобів вимірювальної техніки і шаблонів для колісних пар

Засоби вимірювальної техніки і шаблони	Схема
1	2
Скоба для вимірювання діаметра коліс по колу кочення, МК 447.01.000	
Штанген ВВП для вимірювання відстані між внутрішніми поверхнями ободів коліс, МК 447.02.000	
Шаблон максимальний для контролю профілю обточеного колеса та фаски на зовнішній грані колеса, МК 447.03.000	
Шаблон абсолютний вагонний для контролю величини прокату, навару, повзуна, товщини і висоти гребеня та кільцевих виробків, МК 447.05.000 (для пасажирських вагонів), МК 447.05.000-01 (для вантажних вагонів)	
Товщиномір для вимірювання товщини обода суцільнока-таних коліс, МК 447.07.000	

1	2
Шаблон ВПГ для визначення вертикального підрізу гребеня колеса, МК 447.08.000	
Прилад ЕК для вимірювання відстані від торця осі до внутрішньої грані колеса та ексцентричності кола кочення, МК 447.12.00	
При ремонті колісних пар з заміною елементів додатково застосовуються	
Шаблон для вимірювання товщини і довжини маточини колеса	
Шаблон для перевірки радіуса заокруглення кромки маточини розточеного колеса	
Індикаторний нутромір для вимірювання діаметра отвору маточини колеса	

1	2
<p>Мікрометрична важільна скоба</p>	
<p>Скоба для розмітки середини осі</p>	
<p>Шаблон для перевірки правильності положення коліс відносно середини осі в процесі запресовування: а — шаблон; б — спосіб перевірки; 1 — станина преса; 2 — шаблон; 3 — колісна пара</p>	

Таблиця Д.2.3

Терміни метрологічного контролю засобів виміральної техніки
і шаблонів для колісних пар

Прилад, інструмент, шаблон	Термін метрологічного контролю, не рідше (місяці)
Шаблони всіх типів	6
Скоба для розмітки середини осі	6
Скоби з відліковим пристроєм усіх типів	12
Сідлоподібний пристрій "наїзник"	12
Нутроміри індикаторні	12
Штангенглибиноміри	12
Лекальні кутники всіх типів	12
Лекальні лінійки	12
Манометри	12
Самописні манометри для пресів	6
Набір кінцевих мір	12
Головки індикаторні всіх типів	12
Мікроштихмаси всіх типів	12
Мікрометри всіх типів	12
Кутоміри всіх типів	12
Еталонні кільця до приладів	12
Зразки шорсткості за ГОСТ 9378	12
Профілометри за ГОСТ 19300	12

Умовна розмітка видів ремонту і бракованих елементів
колісних пар

Вид ремонту	Умовне позначення виду ремонту	Місце на колісній парі для розмітки виду ремонту	Умовне позначення бракованих елементів	Місце для розмітки бракованих елементів
1	2	3	4	5
Капітальний ремонт колісних пар (ремонт із заміною елементів)				
1. Заміна осі	"ЗО"	Внутрішня поверхня одного із ободів суцільнокатаних коліс	Б	Середня частина осі
2. Заміна одного з двох суцільнокатаних коліс	"ЗК"	Те саме	Б	Внутрішня поверхня диска забракованих коліс
3. Переформування колісної пари через невідповідність відстані між внутрішніми поверхнями ободів коліс установленим розмірам	"ШГ"	"-"	-	-
4. Заміна осі і одного або двох суцільнокатаних коліс	"ЗОК"	"-"	Б	Середня частина осі і внутрішні поверхні дисків забракованих коліс

1	2	3	4	5
5. Переформування колісної пари через недопустиму різницю відстаней між торцями осі і внутрішніми поверхнями коліс з одного та другого боків колісної пари	"РК"	Внутрішня поверхня одного з ободів суцільнокатаних коліс	-	-
6. Випробування на зсув однієї або двох маточин коліс, що мають ознаки ослаблення	"ВЗ"	Внутрішні поверхні ободів ослаблених коліс	-	-
Поточний або середній ремонт колісних пар (ремонт без заміни елементів)				
7. Обточування поверхні кочення коліс	"ОК"	Внутрішня поверхня одного з ободів суцільнокатаних коліс	-	-
8. Обточування і накатування шийок	"ОШ"	Внутрішня поверхня одного з ободів суцільнокатаних коліс	-	-
9. Наплавлення одного або двох зношених гребенів	"НГ"	Внутрішня поверхня обода колеса зі зношеним гребенем	-	-
10. Повна ревізія букс	"РБ"	Внутрішня поверхня одного з ободів коліс	-	-

1	2	3	4	5
11. Проміжна ревізія букс із роликівими підшипниками	"ПР"	Те саме	-	-

Таблиця Д. 2.5

Методи і зони НК елементів колісних пар при їх ремонті

Вид ремонту колісної пари, елемент, що контролюється	Зона контролю	Метод НК
1	2	3
Поточний ремонт колісних пар		
Колесо суцільнокатане	Обід	УЗК, ВСК МПК ²⁾
	Поверхня кочення (після відновлення профілю поверхні кочення)	УЗК
	Приобідна зона диска колеса після механічного очищення внутрішньої поверхні диска	УЗК
	Приобідна зона диска колеса з товщиною обода менше 40 мм з внутрішнього боку колеса	ВСК, МПК ²⁾
	Перехід від диска до маточини з зовнішнього боку колеса	ВСК, МПК ²⁾
	Маточина і кромка маточини (торцева поверхня) з внутрішнього боку колеса	ВТК, МПК ²⁾
	Гребінь (після відновлення профілю поверхні кочення)	УЗК, ВСК, МПК ²⁾
	Диск колеса з зовнішнього боку (для коліс з криволінійним диском)	ВСК, МПК ²⁾

Продовження табл. Д.2.5

1	2	3
Вісь	Шийка, передпідматочинна, підматочинна і середня частини	УЗК
	Середня частина, відкриті ділянки підматочинної частини	МПК або ВСК ³⁾
	Обід	УЗК, ВСК, МПК ²⁾
	Поверхня кочення (після відновлення профілю поверхні кочення)	УЗК
	Приобідна зона диску колеса після механічного очищення внутрішньої поверхні диска	УЗК
	Приобідна зона диска колеса з товщиною обода менше 40 мм з внутрішнього боку колеса	ВСК, МПК ²⁾
Середній і капітальний ремонти		
Колесо суцільнокатане ¹⁾	Перехід від диска до маточини з зовнішнього боку колеса	ВСК, МПК ²⁾
	Маточина і кромка маточини (торцева поверхня) з внутрішнього боку колеса	ВСК, МПК ²⁾
	Гребінь (після відновлення профілю поверхні кочення)	УЗК, ВСК, МПК ²⁾
	Диск колеса з зовнішнього боку (для коліс з криволінійним диском)	ВСК, МПК ²⁾
Вісь з колесами	Шийка, передпідматочинна, підматочинна і середня частини	УЗК
	Середня частина, відкриті ділянки підматочинної частини	МПК або ВСК ³⁾

Продовження табл. Д.2.5

1	2	3
	Шийка та передпідматочинна частина (при знятих лабиринтових і внутрішніх кільцях підшипників)	МПК або ВСК ³⁾
Вісь вільна	Вісь по всьому об'єму	УЗК
	Всі циліндричні поверхні та галтелі	МПК або ВСК ³⁾

Примітки:

1) при капітальному ремонті колісних пар НК ремонт нових суцільнокатаних коліс, що отримані з заводу і мають сертифікат відповідності, не виконується;

2) застосовується за необхідності підтвердження результатів ВСК;

3) при використанні автоматизованих засобів неруйнівного контролю.