

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра “Вагони”**

**ОБСТЕЖЕННЯ ТА ДЕФЕКТОСКОПІЯ  
КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання лабораторних робіт  
з дисципліни**

***«ТЕХНОЛОГІЯ ВАГОНОБУДУВАННЯ  
ТА РЕМОНТУ ВАГОНІВ»***

**Частина 1**

**Харків 2009**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Вагони» 24 грудня 2007 року, протокол № 4.

Рекомендовано для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту” спеціалізації 7.100501.03 „Виробництво, експлуатація та ремонт вагонів”.

Укладачі:

проф. І.Д. Борзилов,  
старш. викл. В.Г. Равлюк,  
асист. М.Г. Равлюк

Рецензент

доц. С.І. Нечволода

ОБСТЕЖЕННЯ ТА ДЕФЕКТОСКОПІЯ  
КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт  
з дисципліни

«ТЕХНОЛОГІЯ ВАГОНОБУДУВАННЯ  
ТА РЕМОНТУ ВАГОНІВ»

Частина 1

Відповідальний за випуск Борзилов І.Д.

Редактор Еткало О.О.

---

Підписано до друку 14.01.08 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,5. Обл.-вид.арк. 2,75.

Замовлення № Тираж 200. Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.  
Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, пл. Фейербаха, 7

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ**

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра „Вагони”**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ**

**ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

**з дисципліни:**

**«ТЕХНОЛОГІЯ ВАГОНОБУДУВАННЯ ТА РЕМОНТУ  
ВАГОНІВ»**

**«Обстеження та дефектоскопія колісних пар вагонів»**

**для студентів всіх форм навчання**

**Частина 1**

**Харків 2007**

Методичні рекомендації розглянуті та рекомендовані до друку на засіданні кафедри «Вагони» 24 грудня 2007 року, протокол № 4.

Рекомендовано для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності „Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту” спеціалізації 7.100501.03 „Виробництво, експлуатація та ремонт вагонів”

Укладачі:

професор І.Д. Борзилов  
ст. викл. В.Г. Равлюк  
ас. М.Г. Равлюк

Рецензент

доц. С.І. Нечволода

## **Лабораторна робота 1**

### **ОПЕРАЦІЇ ПЕРЕВІРКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ КОЛІСНИХ ПАР**

#### **1.1 Мета роботи**

Вивчення основних методів перевірки технічного стану колісних пар шляхом огляду та вимірювання її елементів вимірювальним інструментом та шаблонами. Виявлення несправностей, визначення характеру і ступеня зношеності за результатами перевірки та вимірювання.

#### **1.2 Зміст роботи**

Колісна пара є одним з найважливіших вузлів вагонів, від технічного стану якого залежить надійність роботи вагона. Від конструкції, технології виготовлення та ремонту, а також від поточного утримання колісних пар в експлуатації залежить безпека руху поїздів.

Роботу доцільно розділити на дві частини: спершу виконати вимірювання розмірів осей, а потім – вимірювання розмірів коліс.

Перевірку та вимірювання колісних пар здійснюють згідно з вимогами інструкції ЦВ-ЦЛ-0062.

Усі вимірювання виконувати у послідовності, зазначеній у таблиці 1.1. Отримані результати занести до цієї таблиці, виконати порівняння з допусками (додатки А і Б) та зробити висновки.

1.2.1 Огляд колісних пар починати з відшукування запису номера осі, часу і місця формування колісної пари, шийку осі, на торці якої знаходяться ці клейма, прийнято вважати правою.

1.2.2 Вимірюванням відстані між внутрішніми гранями ободів коліс і різницею між торцями шийок осі і внутрішніми гранями ободів контролюється правильність формування колісної пари. Зберігання зазначених розмірів у межах допусків виключає сходження колісної пари з рейок в експлуатації.

Таблиця 1.1 – Результати вимірювання технічного стану колісної пари і порівняння їх з допустимими

Операція	Інструмент та пристрої	Допуск за правилами ремонту	Фактичний розмір колеса, мм		Примітка
			правого	лівого	
1 Огляд колісної пари:					
1.1 Номер осі					
1.2 Термін та місце формування					
1.3 Термін та місце повного обстеження					
2 Вимірювання:					
2.1 Відстань між внутрішніми гранями ободів коліс					
2.2 Різниця відстаней між торцями шийок та внутрішніми гранями					
2.2 Діаметр шийки осі					
2.3 Діаметр передпідматочинної частини осі					
2.4 Діаметр середньої частини осі					
2.5 Величина прокату колеса					
2.6 Товщина гребеня					
2.7 Підріз гребеня					
2.8 Величина повзуна					
2.9 Товщина обода					
2.10 Визначення діаметра коліс по кругу кочення					
2.11 Довжина маточини колеса					
2.12 Діаметр маточини колеса					
2.13 Товщина маточини колеса					
2.14 Різниця діаметрів коліс однієї колісної пари					
2.15 Ширина обода колеса					

Зазначені вимірювання виконувати, користуючись спеціальними штангенциркулем (штихмасом) та універсальним шаблоном, поданими відповідно на рисунках 1.1 та 1.2.



Рисунок 1.1 – Схема положення штихмаса при вимірюванні відстані між внутрішніми гранями ободів коліс



Рисунок 1.2 – Схема положення універсального шаблона при вимірюванні різниці між торцями шийок осі і внутрішніми гранями ободів

При вимірюванні скоби штангенциркуля повинні щільно притискатися до внутрішніх граней ободів коліс, а сам пристрій має розташовуватися на найближчій відстані від коліс.

На кожній колісній парі вимірювання виконувати у чотирьох діаметрально протилежних точках. Різниця у вимірюваннях та виміряна відстань повинні відповідати допустимому в інструкції ЦВ-ЦЛ-0062.

Попередження інтенсивного зношення гребенів колеса, підшипників, пазів букс і буксових напрямних, а також попередження ударів гребеня об деталі стрілкових переводів забезпечується дотриманням необхідної відстані між торцями осі

та внутрішніми гранями ободів коліс.

Різниця відстаней, вимірених на двох кінцях колісної пари, не повинна перевищувати 3 мм.

1.2.3 Вимірювання діаметрів шийок осей для підшипників кочення виконується за допомогою мікрометра, мікрометричної скоби або сідлоподібного пристрою. Результати вимірювань зіставити з допусками.

Схема розміщення перерізів наведена на рисунку 1.3. Результати вимірювання занести до таблиці 1.1.

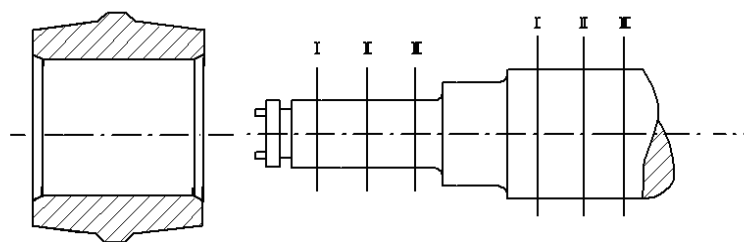


Рисунок 1.3 – Схема перерізів для вимірювання маточини колеса, шийки осі і підматочинної частини осі

1.2.4 Діаметри передпідматочинних частин осі виміряти з точністю до 0,1 мм, шийки осі до 0,001 мм під підшипники кочення. Результати занести до таблиці 1.1.

1.2.5 Величину прокату вимірювати абсолютним шаблоном, наведеним на рисунку 1.4. Для правильного вимірювання прокату необхідно:

- встановити шаблон на ободі колеса так, щоб його стояк розміщувався по радіусу колеса і щільно притискався до внутрішньої грані обода колеса, а сам шаблон торкався гребеня;
- встановити вимірювальний движок по кругу кочення (сумістити риски движка і рамки шаблона). У такому положенні вимірювання прокату виконується на відстані 70 мм від внутрішньої грані обода, тобто по кругу кочення. Зберігаючи вказане положення шаблона, движок опустити до зіткнення з поверхнею кочення колеса і за шкалою ползків движка визначити величину прокату. Вимірювання необхідно виконати в трьох-чотирьох точках на кожному колесі. Результати



вимірювань звірити з допусками.

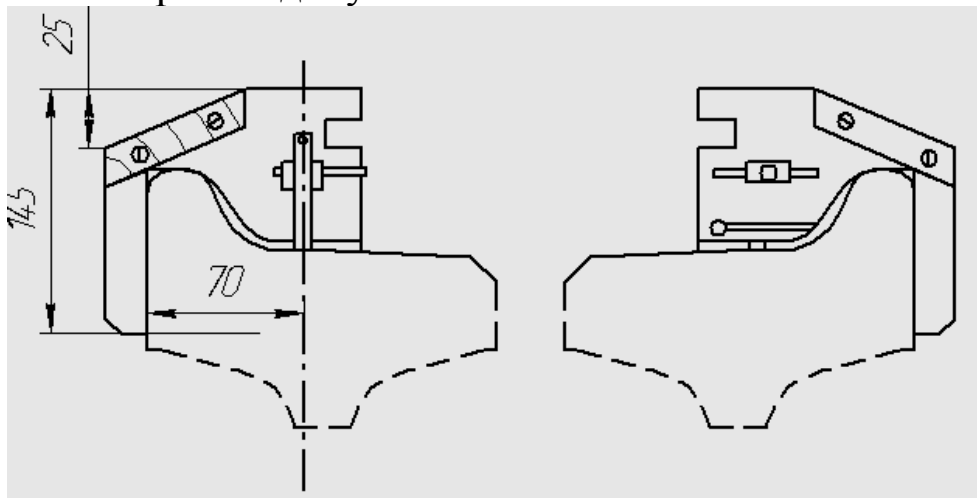


Рисунок 1.4 – Схема положення абсолютного шаблона при вимірюванні величини прокату

Товщину гребеня вимірювати абсолютним шаблоном, користуючись другим движком, який визначає товщину гребеня на висоті 18 мм від його вершини. При цьому абсолютний шаблон встановити так само, як і при вимірюванні прокату. Вимірювання виконувати в трьох-чотирьох точках на кожному колесі. Отримані результати порівняти з допусками.

Підріз гребеня вимірювати за допомогою шаблона (рисунок 1.5).

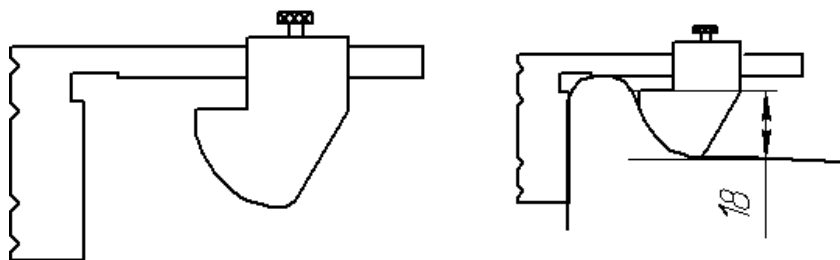


Рисунок 1.5 – Схема положення спеціального шаблона при вимірюванні вертикального підрізу гребеня

Шаблон встановлювати таким чином, щоб його стоек притискався до внутрішньої торцевої грані обода колеса.

Гребінь вважається дефектним, якщо вертикальна грань движка торкається (принаймні верхньою частиною) до підрізаної поверхні гребеня і підріз за висотою перевищує 18 мм. Колісна пара, яка має підріз гребеня з гостроконечним накатом, не може бути допущена до експлуатації. Підріз гребеня вимірювати у трьох-чотирьох точках на кожному колесі. За отриманими результатами встановити придатність колісної пари до експлуатації.

1.2.6 Глибину повзуна виміряти так само, як і прокат за допомогою абсолютного шаблона або товщиноміра. При цьому вимірювальний движок того або іншого шаблона встановити у найглибшому місці повзуна, відмітити показання на візирній лінійці, перемістити шаблон на здорову частину обода і ще раз зняти показання з лінійки. Різниця між двома замірами визначить глибину повзуна. Товщину обода колеса виміряти за допомогою товщиноміра (рисунок 1.6).

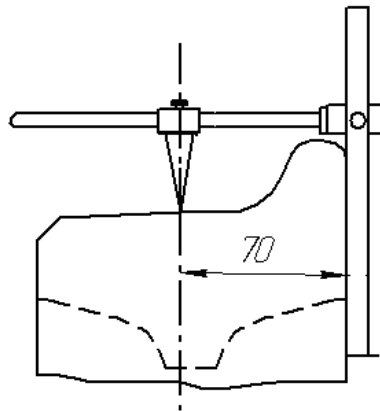


Рисунок 1.6 – Схема положення товщиноміра при вимірюванні товщини обода колеса

Для вимірювання товщини обода по кругу кочення вимірювальну ніжку товщиноміра встановити на відстані 70 мм від його стояка. При вимірюванні необхідно стежити, щоб основа товщиноміра заходила за нижню кромку обода колеса, а стояк розміщувався радіально і притискався до внутрішньої торцевої грані обода. Цифри на стояку, які співпадають з указаною рисою, показують розмір товщини вимірюваного обода. Вимірювання виконувати в трьох-чотирьох точках на кожному колесі. Результати вимірювання зіставити з допусками.

Вимірювання діаметрів коліс колісної пари виконується за допомогою штангенциркуля. Пристрій повинен щільно притискатися до внутрішніх граней обода колеса по кругу кочення. Цим же штангенциркулем вимірюється овальність колеса. На кожному колесі необхідно вимірювати діаметр у чотирьох - п'яти місцях. Результати вимірювань звірити з допусками.

Довжину маточини необхідно вимірювати для теоретичного вимірювання запресовочного зусилля. На практиці це вимірювання, як правило, виконується при формуванні колісних пар за допомогою лінійки. У даній роботі цей розмір необхідно взяти з Інструкції ЦВ-ЦЛ-0062.

Визначення діаметра отвору маточини колеса виконується з метою підбору відповідної за діаметром підматочинної частини осі. Вимірювання виконувати за схемою, наведеною на рисунку 1.3, за допомогою мікрометра. Результати занести в таблицю і зіставити з допусками.

Вимірювання товщини маточини виконувати за допомогою кронциркуля і лінійки у двох взаємно перпендикулярних напрямках і чотирьох точках.

На основі виконаних вимірювань дати оцінку можливості формування колісної пари з наявних елементів. Підбір виконується таким чином, щоб натяг на посадку коліс на осі складав 0,10-0,25 мм. При таких величинах натягу і відповідних інших параметрах (швидкість запресовки не більше 2 мм/с, необхідна чистота дотичних поверхонь  $R_z20$  і т.д.) величина кінцевих зусиль запресовки має бути в межах 390-580 кН (39-58 тс) на кожні 100 мм діаметра підматочинної частини осі.

Визначення запресовочного зусилля для даної осі виконується так:

$$P_3 = p \mu \pi d_{п.ч.} l_m, \quad (1.1)$$

$$p = \Delta E_o / 2 d_{п.ч.} = d [1 - (d_{п.ч.} / d_1)^2], \quad (1.2)$$

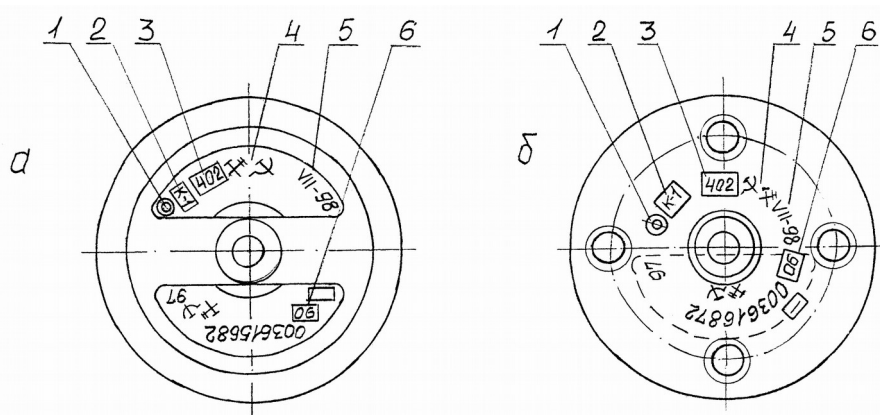
де  $\mu$  – коефіцієнт тертя;

- $d_{п.ч}$  – діаметр підматочинної частини осі;
- $l_m$  – довжина маточини;
- $\Delta$  – натяг на посадку колеса на вісь;
- $E_o$  – модуль пружності;
- $d_1$  – діаметр маточини.

Підставляючи в дану формулу величини, отримані після вимірювання елементів колісної пари, визначити величину кінцевого зусилля запресовки.

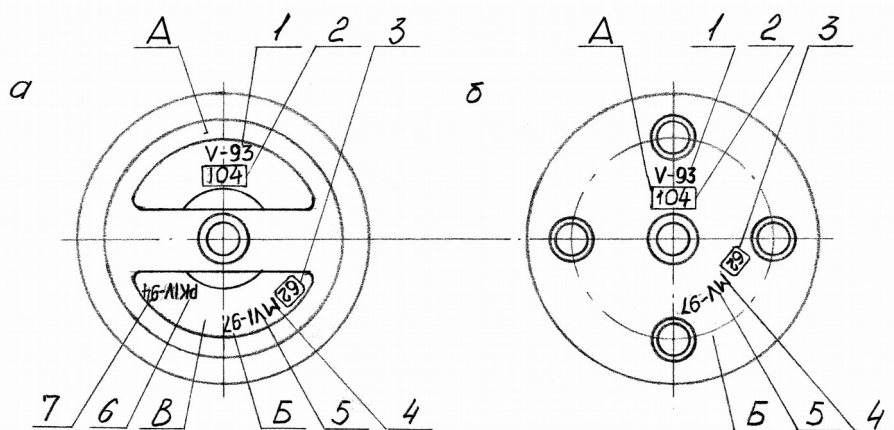
Отриману теоретичну величину кінцевого зусилля запресовки необхідно зіставити з належною величиною. На основі отриманої величини зусилля запресовки необхідно побудувати приблизну діаграму запресовки.

При розміщенні знаків і клейм про виготовлення осі на середній частині права і ліва сторони визначаються по напрямку читання маркування зліва направо (рисунки 1.7 і 1.8).



- а – торець чистової осі типу РУ1;
- б – торець чистової осі типу РУ1Ш
- 1 – знак формування; 2 – клеймо ВТК; 3 – умовний номер підприємства, що сформувало колісну пару; 4 – приймальні клейма Укрзалізниці; 5 – дата формування (місяць та рік); 6 – клейма, що відносяться до виготовлення осі

Рисунок 1.7 – Знаки та клейма, які наносяться на торці правої шийки чистової осі



- а – торець чистової осі типу РУ1;
- б – торець чистової осі типу РУ1Ш
- А – знаки та клейма, які наносяться при повному обстеженні;
- Б – знаки та клейма, які наносяться при монтажі буксових вузлів;
- В – знаки та клейма, які наносяться при повному обстеженні перед поставкою редукторно-карданного привода від торця шийки чистової осі

Рисунок 1.8 – Знаки та клейма, які наносяться на торці лівої шийки чистової осі

## Лабораторна робота 2

### МАГНІТНИЙ КОНТРОЛЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОЛІСНИХ ПАР

#### 2.1 Мета роботи

Ознайомитися із загальними положеннями про магнітну дефектоскопію. Практичне вивчення внутрішніх дефектів у осях колісних пар. Набути практичних навичок виявлення дефектів на осях колісних пар магнітним дефектоскопом.

## 2.2 Зміст роботи

Вивчити конструкцію і принципи дії дефектоскопів. Перевірити стан шийок і передпідматочинної частини осі нерознімним дефектоскопом, а середньої частини – рознімним дефектоскопом. Дати висновок про технічний стан контрольованої осі.

### 2.2.1 Загальні положення про магнітну дефектоскопію

#### 2.2.1.1 Постановка задачі

Необхідність підвищення ефективності використання вагонів у перевізному процесі висуває особливі вимоги до надійності роботи вузлів та деталей вагонів і особливо до їх ходових частин. Перелік деталей, що підлягають магнітному контролю при ремонті, наведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік деталей, що підлягають магнітному контролю при ремонті

Найменування деталі	У якому випадку виконується магнітний контроль	Технічні вказівки
1	2	3
1 Шийки і передпідматочинні частини осей колісних пар	При повному огляді колісних пар для роликів підшипників зі зняттям внутрішніх і лабиринтних кілець	Магнітний контроль виконується у змінному магнітному полі
2 Підматочинні частини осей колісних пар	Після обточування і накопчування перед запресуванням	Магнітний контроль виконується у змінному магнітному полі
3 Середні частини осей колісних пар	При звичайному і повному обстеженнях	Магнітний контроль виконується у змінному магнітному полі
4 Деталі центрального ресорного підвішування візків пасажирських вагонів	При виготовленні. При періодичних видах ремонту вагонів	Магнітний контроль виконується у змінному магнітному полі

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
5 Вушка і підвіски; валики центрального ресорного підвішування; цапфи опорних балок	При деповському ремонті вушка випробовуються у разі необхідності їх відклепки для ремонту	Магнітний контроль виконується у змінному магнітному полі
6 Тяги гальмові пасажирських і вантажних вагонів у місцях зварювання стрижня	При виготовленні. При капітальному ремонті вагонів. При перевірці нових частин стрижня	Поверхневі плівки і непровари можна виводити шліфувальним кругом або напилком для номінального діаметра стрижня
7 Клини тягових хомутів автозчепу	При виготовленні та періодичних видах ремонту	Перевіряється вся поверхня клина. Кріплення клина при перевірці здійснюється за головку
8 Хвостовики автозчепу	При виготовленні та періодичних видах ремонту	Автозчеп встановлюється у поворотний пристрій. Поверхня хвостовика посипається порошком. Послідовно здійснюється поворот на 90°
9 Стяжні болти поглинаючих апаратів автозчепу у місцях зварювання	При виготовленні. При приварюванні нових частин в ремонті зварюванням	Перевіряється вся циліндрична поверхня, крім нарізання. При потребі наплавлення перевірка виконується до наплавлення і після випробування на розтягнення
10 Кінці валів підвісок і якорів електричних машин вагонів	При періодичних видах ремонту вагонів	Перевірка виконується так само, як для шийок осей колісних пар
11 Місце приварювання з'єднувальної муфти до стрижня воротка, а також місця зварювання упорної штанги зливних пристроїв	При періодичних видах ремонту	Перевірка виконується „колісним” дефектоскопом з поворотом деталі на 180°
12 Підвіска гальмового башмака	При виготовленні та періодичних видах ремонту	Перевірка виконується „колісним” дефектоскопом з поворотом деталі на 180°

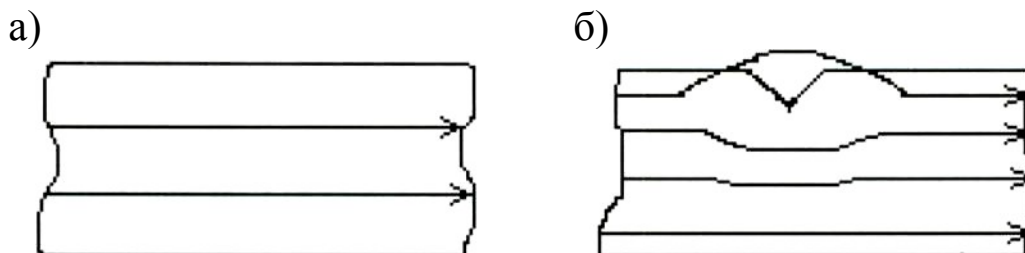
Продовження таблиці 2.1

1	2	3
13 Колінчасті вали дизелів та компресорів	При капітальному ремонті	Перевірка виконується „шийковим” або рознімним дефектоскопом по всій довжині деталі з поворотом на 90°
14 Хвостові шестерні редуктора привода підвагонного генератора	При періодичних видах ремонту	Перевірка виконується „шийковим” або рознімним дефектоскопом по всій довжині деталі з поворотом на 90°

Магнітна дефектоскопія є одним з найпростіших і надійних методів для виявлення прихованих дефектів у деталях вагонів. Цей метод забезпечує виявлення навіть волосних тріщин, ширина розкриття яких менша 0,001 мм. Він дозволяє організувати масовий контроль відповідальних деталей у процесі виготовлення і ремонту. Магнітна дефектоскопія деталей виконується у відповідності до „Технічних вказівок щодо випробування на розтяг та дефектоскопіювання вагонних деталей” та „Інструкції з неруйнівного контролю деталей та вузлів вагонів магнітопорошковим, вихрострумовим та ферозондовим методами, та з випробовуванням на розтягання”.

Дефектоскопіювання виконується працівниками-дефектоскопістами, які пройшли медичний огляд, віком не молодше 18 років і які мають середню технічну освіту.

Магнітна дефектоскопія відрізняється високою чутливістю, простотою технології, наочністю результатів, незначними витратами. Метод заснований на виявленні магнітних потоків розсіювання (рисунок 2.1), що виникають при наявності несутцільності (дефектів) у намагнічених деталях.



а - деталь не має дефекту; б - деталь має дефект

Рисунок 2.1 - Розподіл магнітних силових ліній по виробу



При контролі зварних швів на підприємствах залізничного транспорту широко використовується магнітопорошковий метод, сутність якого полягає в такому. На контрольовану поверхню намагніченої деталі наносять феромагнітний порошок або рідинну суміш (суспензію). Суспензія – це суміш порошку і мастила. Під дією магнітних сил розсіювання, що виходять на поверхню деталі в місці дефекту, частки порошку скупчуються в цьому місці у вигляді валиків. Форма таких скупчень відповідає формі дефекту. Чутливість магнітопорошкового методу залежить від розмірів часток порошку й методів його нанесення; напруженості магнітного поля; роду прикладеного струму; форми, розміру й глибини залягання дефекту; способу намагнічування; стану поверхні й ін.

Намагнічування постійним струмом дає можливість виявляти передповерхневі дефекти.

При контролі магнітопорошковим методом найкраще виявляються тріщини, непровари, несплавки, підрізи. Практично встановлено, що цим методом виявляються поверхневі і передповерхневі (на глибині не більше 2 мм) дефекти із шириною розкриття від 0,001 мм і глибиною від 0,05 мм. Не виключається можливість виявлення великих (перерізом більше 2-3 мм<sup>2</sup>) дефектів, що лежать на глибині 5 - 6 мм.

Чутливість магнітопорошкового контролю залежить від шорсткості контрольованої поверхні. При контролі деталей з гладко обробленими поверхнями застосовують суспензію. Збільшення шорсткості веде до зниження чутливості.

Порядок магнітопорошкового контролю включає такі операції:

- підготовку поверхні;
- очищення від забруднень, залишків шлаків, окалини;
- намагнічування контрольованої деталі;
- нанесення магнітної суспензії або магнітного порошку на поверхню контрольованої деталі;
- огляд контрольованої поверхні й виявлення дефектів;
- розмагнічування.

На підприємствах залізничного транспорту з ремонту рухомого складу використовуються такі типи магнітних

дефектоскопів: МД-12ПШ; МД-12ПС; МД-13ПР; МД-12ПЕ; МД-14ПКМ; МД-15ПВН; МД-15ПУ; МД-17П і ряд інших.

Перераховані дефектоскопи, незважаючи на простоту їх будови й технології контролю, надійність у роботі, мають істотний недолік - обмежують діапазон деталей, які можна піддавати перевірці розмірами соленоїдів.

## 2.3 Порядок виконання роботи

### 2.3.1 Магнітний контроль шийок передпідматочинних частин

Магнітний контроль шийок і передпідматочинних частин колісних пар виконується нерознімним дефектоскопом “шийковим” типу МД-12ПШ, в діючому змінному магнітному полі із застосуванням рідкої магнітної суміші. Принципова схема дефектоскопа наведена на рисунку 2.2.

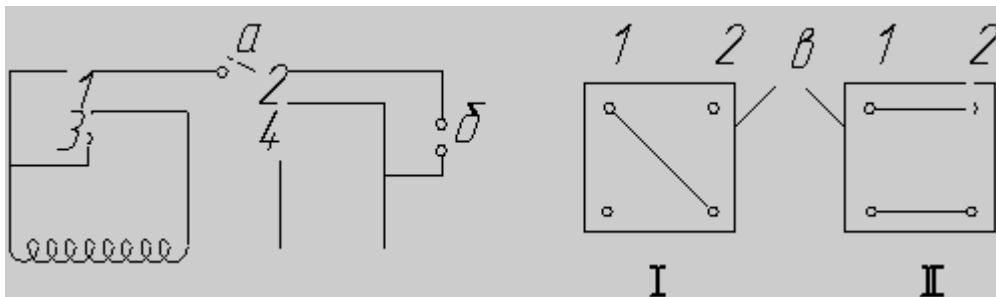


Рисунок 2.2 – Принципова схема дефектоскопа

**Процес дефектоскопіювання шийки і передпідматочинної частини осі слід виконувати у такій послідовності:**

а) кабель живлення дефектоскопа увімкнути у розетку мережі змінного струму з напругою 220 В;

б) дефектоскоп навісити на край шийки осі й увімкнути струм;

в) на шийку та передпідматочинну частину осі налити рідку магнітну суміш;

г) провести огляд поверхні. При цьому особливу увагу звертати на жолобки шийки і передпідматочинну частину осі, оскільки у цих місцях найбільш імовірна наявність тріщин;

д) колісну пару (шийку осі) повернути на  $180^\circ$ , полити й оглянути поверхні шийки і передпідматочинної частини осі, які були внизу;

е) дефектоскоп перемістити до маточини колеса і повторити операції „в” та „г” для перевірки кінця шийки осі;

ж) розмагнітити шийку осі (увімкнути дефектоскоп біля торця шийки осі, відвести його на відстань  $500\div 700$  мм і вимкнути).

При наявності випрямляча, який дозволяє отримати постійний струм напругою 110 В, виявлення тріщин у шийках і передпідматочинних частинах можна виконати при залишковому намагнічуванні таким чином:

а) дефектоскоп надіти на шийку осі й увімкнути струм. Після цього дефектоскоп повільно перемістити вздовж шийки осі до колеса і назад. Зняти з осі і вимкнути струм;

б) шийку і передпідматочинну частини осі по всій поверхні полити магнітною сумішшю, яка повинна стікати у поставлену внизу ванну;

в) виконати огляд поверхонь, политих магнітною сумішшю, встановити характер розподілу магнітного порошку і виявити, чи немає скупчення порошку у вигляді ліній, які свідчать про наявність тріщин;

г) колійну пару повернути на  $180^\circ$  і знову виконати операції „б” і „в”;

д) перевірену шийку і передпідматочинну частину осі при відсутності дефектів насухо витерти ганчіркою і розмагнітити.

### ***2.3.2 Магнітний контроль середньої частини осі***

Магнітний контроль середньої частини осі виконується рознімним дефектоскопом в діючому магнітному полі змінним струмом 220 В.

Перевірку середньої частини осі, яка не зазнавала механічної обробки, виконувати сухим магнітним порошком. Для перевірки осей з обробленою середньою частиною необхідно застосовувати рідинно-магнітну суміш.

Принципова схема дефектоскопа для перевірки середньої частини осі наведена на рисунку 2.3.

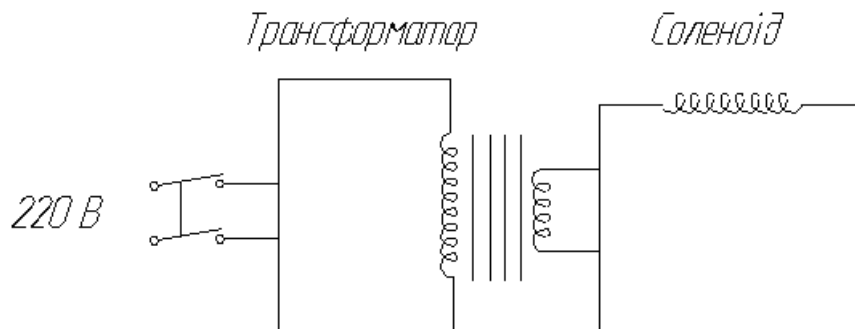


Рисунок 2.3 – Принципова схема дефектоскопа для перевірки середньої частини осі

**Контроль середньої частини осі здійснюється в такій послідовності:**

- 1) попередньо очищену колісну пару встановити на спеціальний стенд;
- 2) соленоїд у розкритому вигляді підняти в робоче положення так, щоб зазори між витками дефектоскопа і віссю внизу і вгорі були однаковими;
- 3) соленоїд замкнути й увімкнути рубильник на щитку дефектоскопа, посипати вісь магнітним порошком або полити рідкою сумішшю, після цього переміщувати дефектоскоп від маточини колеса за середину осі в увімкненому стані, спостерігаючи одночасно за рухом і скупченням порошку;
- 4) вимкнути рубильник і дефектоскоп перемістити до іншої маточини;
- 5) знову увімкнути рубильник і переміщаючи дефектоскоп до середини осі, стежити за переміщенням і скупченням порошку. За серединою осі дефектоскоп вимкнути;
- 6) колісну пару послідовно повертати на  $90^\circ$  і строго дотримуючись вищевказаної послідовності перевірки випробувати всю вісь;
- 7) розмагнітити середню частину осі.

### 2.3.3 Магнітні дефектоскопи і правила поводження з ними

2.3.3.1 У залежності від конструкції та розмірів вагонних деталей на вагоноремонтних заводах і в депо застосовуються такі типи дефектоскопів:

- 1) нерознімні “шийкові” дефектоскопи для випробування шийок і передпідматочинних частин осей, а також хвостовиків корпусів автозчепів;
- 2) рознімні дефектоскопи для магнітного контролю середньої частини осей колісних пар;
- 3) „поясні” дефектоскопи випробування клинів тягових хомутів автозчепів, гальмових тяг, відтяжних болтів поглинаючих апаратів автозчепів, деталей центрального ресорного підвішування, підвісок башмаків тощо.

2.3.3.2 Нерознімний дефектоскоп МД-12ПШ наведений на рисунку 2.4.

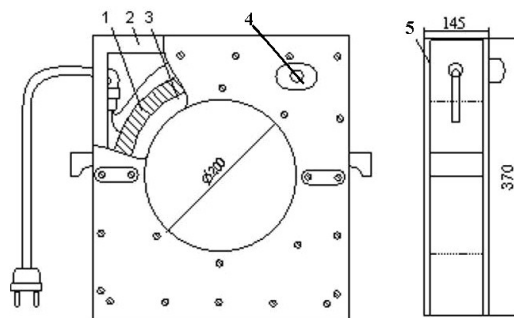


Рисунок 2.4 – Нерознімний дефектоскоп МД-12ПШ

Намагнічуюча котушка 1 має 500 витків з діаметром 1,35 мм. Вона розміщена у корпусі 2 з ізолюваним циліндром 3 і боковинами 5. На одній із боковин розміщений вимикач 4, призначений для вмикання і вимикання дефектоскопа. Дефектоскоп призначений для підключення до мережі змінного струму напруги 220 В.

Допустима зона контролю деталей в діючому змінному магнітному полі становить 220-250 мм. Змінний струм в обмотці дефектоскопа при його положенні на осі становить 4 А.

### 2.3.3.3 Рознімний дефектоскоп для контролю середньої частини осі наведений на рисунку 2.5.

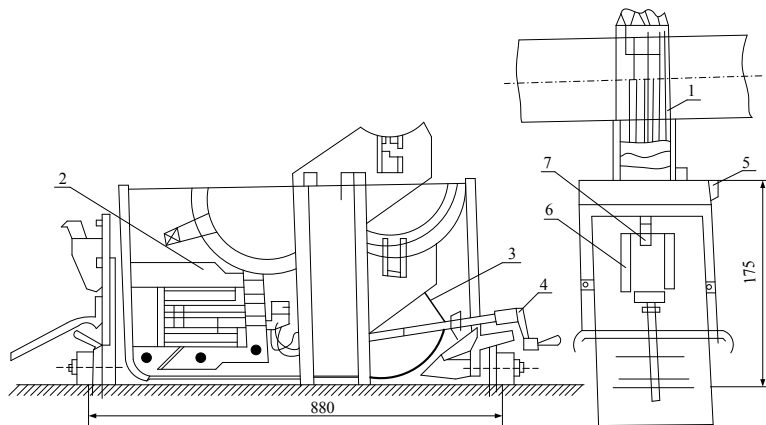


Рисунок 2.5 – Рознімний дефектоскоп для контролю середньої частини осі

Він складається з рознімного тривиткового соленоїда 1 з внутрішнім діаметром 240 мм, знижувального трансформатора 2 потужністю 2,5 кВт, вторинна обмотка якого з'єднана гнучким кабелем 3 із соленоїдом дефектоскопа (трансформатор знижує напругу з 220 до 3 В, що дозволяє пропустити по соленоїду, увімкненому в коло вторинної обмотки трансформатора, струм у 800 А), підйомного пристрою з гвинтовою передачею 4, завдяки якому соленоїд може бути піднятий на стільки, на скільки це необхідно; візків з ящиком 5, які призначені для пересування дефектоскопа вздовж осі колісної пари; щитка 6 з рубильником 7 для увімкнення дефектоскопа в мережу змінного струму.

Первинна обмотка трансформатора складається з двох послідовно з'єднаних секцій. Діаметр дроту – 2,1 мм, число витків кожної секції – 26. Вторинна обмотка низької напруги трансформатора складається з чотирьох витків червоної шинної міді перерізом 2,1-15,6 мм. Трансформатор розрахований на увімкнення тривалістю не більше 5 хв, з перервами 2-3 хв.

Крім дефектоскопів, при відпрацюванні лабораторної роботи студенти повинні використовувати: вісь колісної пари з дефектом (еталонну вісь), плакати, методичні вказівки, магнітний порошок і технічні ганчірки.

### *2.3.4 Заходи з охорони праці при магнітному контролі*

Живлення ультразвукового дефектоскопа здійснюється від мережі змінного струму з напругою 220 В і частотою 50 Гц. Щоб уникнути ураження електричним струмом металевий корпус дефектоскопа має бути заземлений. З цією метою для живлення дефектоскопа слід застосовувати трижильний дріт із заземлювальною жилою і триштирьовою вилкою.

На спеціальному щиті для підключення дефектоскопа має бути тригніздова розетка із заземленим гніздом. Заземлювальна жила підключає металевий корпус дефектоскопа до заземлювального контуру.

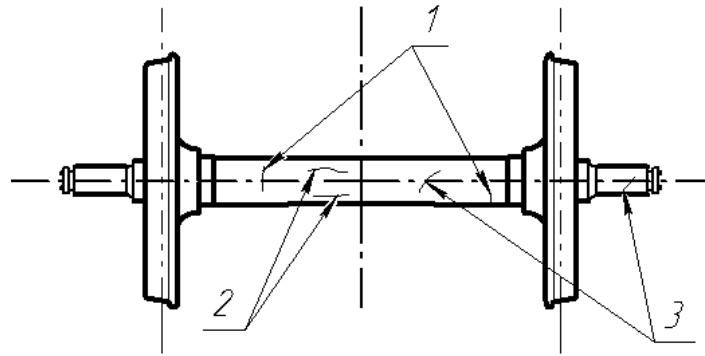
Заземлювальний штир має бути довший ніж струмопровідні. Це дозволяє при вмиканні штепсельної вилки у розетку спершу здійснити заземлення корпусу дефектоскопа, а потім подати напругу на обмотку. При вимкненні, навпаки, спершу знімається напруга, а потім відключається заземлення.

З метою уникнення нещасних випадків забороняється користуватися дефектоскопами при наявності пошкодження ізоляції котушок, сполучних проводів, мережних вимикачів, з несправністю корпусу і т.д. Переносний сполучний шланг має розмішуватися так, щоб він був захищений від дії вологи, масел і виключалась би можливість його пошкодження.

При роботі з дефектоскопом обов'язково необхідно користуватися засобами особистого захисту. До них відносяться: діелектричні гумові рукавиці і килимки, а також інструмент з ізольованими ручками. Засоби особистого захисту мають бути високої якості і випробуваними.

У процесі роботи дефектоскоп має знаходитися під струмом лише протягом часу, необхідного для намагнічування деталі, і не повинен нагріватися більше 70° С.

Результат магнітного контролю шийки, передпідматочинної і середньої частин осі студент повинен відобразити у звіті з лабораторної роботи, де необхідно навести ескізи зазначеної частини осі із зображенням виявлених дефектів (рисунок 2.6).



1-повздовжні тріщини; 2- поперечні тріщини; 3-кутові тріщини

Рисунок 2.6 – Колісна пара з дефектами

### **Лабораторна робота 3**

## **УЛЬТРАЗВУКОВА ДЕФЕКТОСКОПІЯ ОСІ КОЛІСНОЇ ПАРИ**

### **3.1 Мета роботи**

Практичне вивчення внутрішніх дефектів у осях колісних пар ультразвуковим методом. Вивчення будови та принципу дії ультразвукового дефектоскопа. Оволодіння прийомами користування дефектоскопом і виявлення дефектів металу в осях колісної пари.

### **3.2 Зміст роботи**

Вивчення будови і принципу дії ультразвукового дефектоскопа, його підготовки до роботи і налаштування. Вивчення дефектів осі й оцінка її технічного стану.

За останні роки ультразвукова дефектоскопія широко впроваджується у низці галузей промисловості й транспорту, що дозволяє здійснювати ефективний контроль якості виробів і виявляти в них дефекти, недоступні іншим неруйнівним методам контролю. На залізничному транспорті цей метод застосовується для контролю деталей, доступ до поверхонь яких закритий іншими деталями. На залізничному транспорті використовують сучасні ультразвукові дефектоскопи УД2-70, УД4-76 і УД4-94-ОКО-01.



### **3.2.1 Принцип ультразвукової дефектоскопії**

Ультразвукова дефектоскопія оснований на здатності ультразвукових коливань розповсюджуватися у металі на великій 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, поковки, штампування, прокат, зварні шви, деталі з пластмаси, а також вимірюють товщину виробу та оцінюють структуру матеріалу.

Ехо-імпульсний метод заснований на явищі віддзеркалення ультразвукових хвиль від поверхні дефекту і реєстрації відображених сигналів (рисунок 3.1).

Для цієї мети в контрольований виріб випромінюється послідовність коротких ультразвукових імпульсів. Випромінювані ультразвукові імпульси називають «зондуючі». Ознакою дефекту є наявність ехо-сигналу, відображеного від несцільності. Відображені ультразвукові імпульси несуть інформацію про наявність якогось відбивача, його віддаленість від випромінювача і про його розміри. Розміри і місце розміщення дефекту оцінюють за амплітудою і часом затримки (положенням на екрані) відображеного ехо-сигналу.

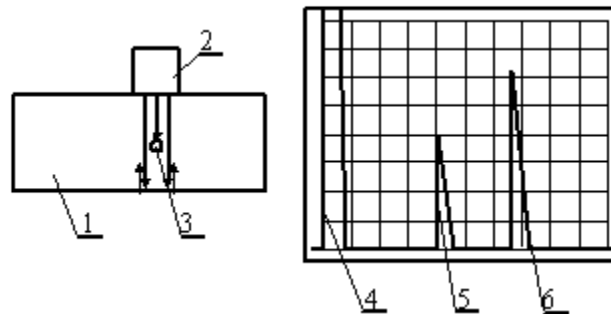
Широке розповсюдження методу обумовлене простотою його реалізації, високою чутливістю до виявлення багатьох типів дефектів і можливістю одностороннього доступу до виробу. До недоліку даного методу можна віднести наявність неконтрольованої мертвої зони, розташованої під п'єзоелектричним перетворювачем (ПЕП).

Відстань до відбивача при контролі ехо-методом може бути визначена з високим ступенем 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

$$2r = Ct, \quad (3.1)$$

де  $t$  – час «затримки» прийнятого відображеного імпульсу відносно зондуючого;  
 $r$  – 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 в порівнянні з часом пробігу ультразвукового імпульсу в контрольованому виробі.



1 - контрольована деталь; 2 - ПЕП; 3 - дефект; 4 - зондуючий імпульс; 5 - ехо-сигнал від дефекту; 6 - донний сигнал

Рисунок 3.1 - Схема контролю ехо-імпульсним методом

Ультразвук передається у виріб у формі короточасних 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  $\lambda$  та діаметра випромінювача і визначається за формулою

$$\sin \alpha = 1,2 \lambda / d. \quad (3.2)$$

Центральна частина пучка випромінюваних коливань має найбільшу енергію.

При контролюванні виробів ультразвук спрямовують таким чином, щоб відбувалося найбільш повне відбивання 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 відбивання хвиль відбувається в паузах між передачею зондуючих імпульсів. Величина відбивання хвиль залежить від розміру відбиваючої поверхні, а також відстані до неї і кута падіння ультразвукових коливань.

Для перетворення електричних імпульсів в ультразвукові використовуються спеціальні п'єзоелементи, які знаходяться у щупах. Як п'єзоелементи використовуються пластинки з монокристалів кварцу, сегнетової солі, титанату барію, що пройшли спеціальну електричну обробку (поляризацію) високою постійною напругою.

При наявності акустичного контакту плоского щупа з виробом механічні коливання пластинки передаються вглиб виробу у вигляді періодичних хвилеподібних стисків і розрідження середовища із швидкістю для сталі 5900 м/с. Кут відбиття коливань від неоднорідного середовища дорівнює куту їх падіння.

Через деякий час (що вимірюється мікросекундами) після посилення у виріб основного зондуючого імпульсу щуп починає сприймати відбиті сигнали або відлуння, які повертаються від усіх відбиваючих поверхонь (наприклад, жолобки, дно виробу, дефект тощо).

Відбиваючись від нерівностей поверхні, дефектів металу навіть при косо направлених тріщинах частина відбитої енергії повертається до місця її випромінення. Це дає можливість у більшості випадків здійснювати контроль виробів, користуючись одним і тим самим щупом як для передачі, так і для прийому.

Найпростіший приклад розповсюдження ультразвуку зображений на рисунку 3.2.

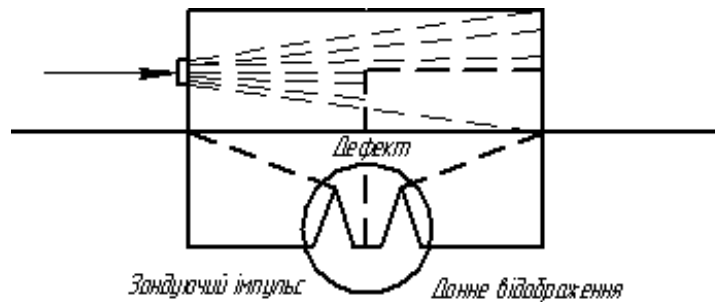


Рисунок 3.2 – Розповсюдження ультразвуку в зразку з дефектом і відповідна картина на екрані дефектоскопа (осцилограма)

Така картина спостерігатиметься, якщо тривалість розгортки дорівнює часу розповсюдження звуку за зразком від випромінювача до дна і назад. Зонduючий імпульс, який випромінюється щупом, видно у лівій частині екрана. Його відлуння (відбиття) від дефекту створює імпульс в середній частині екрана, а відлуння видно справа. Інтервали між імпульсами пропорційні відстані до відбиваючих поверхонь. Висота імпульсів визначається інтенсивністю відбитих сигналів, яка залежить від спрямованості відбитого звуку, відстані до відбиваючої поверхні та її площі. Крім того, вона залежить від чутливості приймача і положення його регуляторів, які встановлюються у відповідності до спеціального еталона.

При прозвучуванні коротких виробів можна спостерігати у період розгортки низку багаторазових відбивань. Проте для дефектоскопії важливо визначити походження лише тих імпульсів, які займають по лінії розгортки ділянку від зонduючого імпульсу до першого донного відображення.

Трансформація (перетворення) хвиль одного типу в інший, яка відбувається при падінні УЗК на бокові грані виробу під гострим кутом. У загальному випадку у виробі виникає три типи хвиль:

- поздовжні, при розповсюдженні яких коливання частинок відбувається у напрямку розповсюдження хвиль;
- поперечні (хвилі зсуву), при яких коливання відбуваються поперек напрямку випромінювання,
- поверхневі хвилі, які, не проникаючи всередину виробу, розповсюджуються по його поверхні.

Розрізняються ці коливання між собою не лише зазначеною ознакою, але й швидкістю розповсюдження. Наприклад, у сталі швидкість поздовжніх хвиль – 5900 м/с, поперечних – 3230 м/с, поверхневих – 2600 м/с.

Плоский щуп дефектоскопа випромінює в основному поздовжні коливання. Проте при введенні звуку у виріб з погано обробленою поверхнею утворюються також і поверхневі хвилі, які, відбиваючись від країв виробу, можуть бути сприйняті щупом і викликати, таким чином, “несправжній” сигнал (останній неважко заглушити, поклавши руку на поверхню).

При падінні поздовжніх хвиль на сторону виробу під великими кутами (тобто при розповсюдженні хвиль вздовж поверхні виробу) значна частина їх енергії трансформується у коливання поперечного типу, розповсюдження яких для сталі відбувається під кутом  $33^\circ$  до нормалі.

Якщо останні потрапляють у кут, утворений гранями виробу або гранню і дефектом, то вони, відбиваючись по певних шляхах у зворотному напрямку, будуть помічені на екрані. Місце відбиття такого імпульсу можна визначити лише після аналізу шляху звуку в залежності від форми виробу.

Для надійного проходження ультразвуку від п’єзоелемента у виріб між ними не повинно бути повітряних проміжків, які навіть при малих товщинах зазорів відбивають назад всю енергію, яка падає на них.

Електронно-променева трубка має пристрій для випромінювання вузького пучка електронів на скляний екран, який покритий спеціальною речовиною. Кожна точка екрана, на яку падає промінь, світиться під ударами електронного потоку.

Оскільки приймач з’єднаний пластинами вертикального відхилення, то будь-які відхилення, що виникають на п’єзоелементі як при передачі зондуючого імпульсу, так і при прийманні відбивань, можуть викликати лише вертикальні переміщення світлової плями, які при відсутності допоміжної вертикальної розгортки зображені на екрані у вигляді вертикальної лінії.

В результаті дії розгортки кожний отриманий сигнал, в залежності від часу його повернення від випромінювача, займе

певне положення (місце) на горизонтальній лінії, яка утворюється.

Чим довший шлях проходить промінь по виробу, тим пізніше він повертається до випромінювача і тому тим більше праворуч буде видно його зображення на екрані.

Таким чином, лінія розгортки є масштабом, який дозволяє визначити глибину залягання дефекту шляхом порівняння з відстанню до відомих сигналів.

Зміна глибини частини виробу, яка проглядається, здійснюється шляхом регулювання часу проходження електронного променя по екрану тобто шляхом вимірювання швидкості розгортки. Напругою блока 5 можна регулювати освітленість екрана електронно-променевої трубки.

Апарат має два ступеня розгортки: швидку – для контролю виробів на глибину до 400 мм і повільну – на глибину 2500 мм.

Індикатор глибини є допоміжним пристроєм, який полегшує орієнтування при наявності на екрані електронно-променевої трубки декількох імпульсів. З його допомогою створюється службовий імпульс, місце розташування якого на лінії розгортки можна визначити дефектоскопом шляхом повороту спеціальної рукоятки.

Видалення повітря досягається шляхом змащування мастилом поверхні, через яку здійснюється введення ультразвуку.

### ***3.2.2 Принцип дії ультразвукового дефектоскопа УД4-76***

Ультразвуковий дефектоскоп УД4-76 дозволяє не тільки виявити дефекти, але і підтвердити бездефектність об'єкта контролю, видати на нього паспорт якості. Тому найважливішою особливістю, є збереження повних результатів контролю.

Іншою перевагою дефектоскопа є поєднання багатьох налаштувань і простоти роботи з приладом.

Для зручності роботи дефектоскопіста параметри налаштувань 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». В той же час найбільш важливі параметри дефектоскопа постійно відображаються в інформаційній панелі. Там же виводиться одночасно до п'яти результатів вимірювання параметрів дефекту. Великий контрастний кольоровий дисплей високого розширення в комбінації з продуманими колірними схемами дозволяє дефектоскопісту одночасно сприймати велику кількість інформації, не стомлюючись.

Для полегшення настроювання дефектоскопа є система напівавтоматичного калібрування параметрів використовуваного датчика.

Режим роботи з АРД-діаграмами в дефектоскопі УД4-76 (рисунок 3.3) побудований таким чином, що операторові необхідно ввести тільки деякі параметри використовуваного суміщеного перетворювача і по опорному сигналу від контрольного відбивача провести калібрування приладу для роботи в режимі АРД. В 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 ВРЧ дефектоскопа відповідно до АРД-кривої для заданого діаметра. В 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 настроювання, 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 настроювання частот зрізу цифрового фільтра приймача дефектоскопа. Як правило, при настроюванні дефектоскопів

користуються єдино доступними стандартними фільтрами, настроєними виробником, які мають назву «середній» датчик. При цьому використовуваний датчик має свою індивідуальну частотну характеристику, в загальному випадку відмінну від смуги пропускання «стандартного» фільтра.



Рисунок 3.3 – Ультразвуковий дефектоскоп УД4-76

У дефектоскопі УД4-76, окрім стандартних установок фільтра, є можливість його ручного настроювання і калібрування по спектру 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 є вбудована система 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 по АРД-діаграмах.

Багато методик УЗК припускають використання декількох рівнів чутливості, наприклад, бракування, контрольного і пошукового. Іноді «відстань» між ними задається як фіксоване число децибел, а іноді кожному з них присвоюється 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 із стробів може бути настроєний 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 посилення (АРП) дозволяє підтримувати необхідні рівні сигналів у процесі сканування. Систему АРП доцільно використовувати при настроюванні рівня бракування чутливості по опорному сигналу в об'єкті контролю (наприклад, по донному сигналу). Для стробування опорного сигналу при роботі із системою автоматичного регулювання управління (АРУ) в дефектоскопі передбачений спеціальний строб АРУ. Змінюючи рівень строба АРУ по екрану дефектоскопа, можна регулювати рівень АРУ відповідно від 25 до 100 %.

Для вирівнювання ехо-сигналів по амплітуді, наприклад для компенсації загасання ультразвуку в об'єкті контролю, застосовують систему тимчасового регулювання чутливості (ТРЧ).

При контролі листових виробів можна скористатися режимом «Розмітка розгортки по відбиваннях», яка допомагає наочно уявити собі розташування виявленого дефекту в контрольованому виробі.

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 (відображається червоним кольором) і поточний активний сигнал (рисунок 3.4).

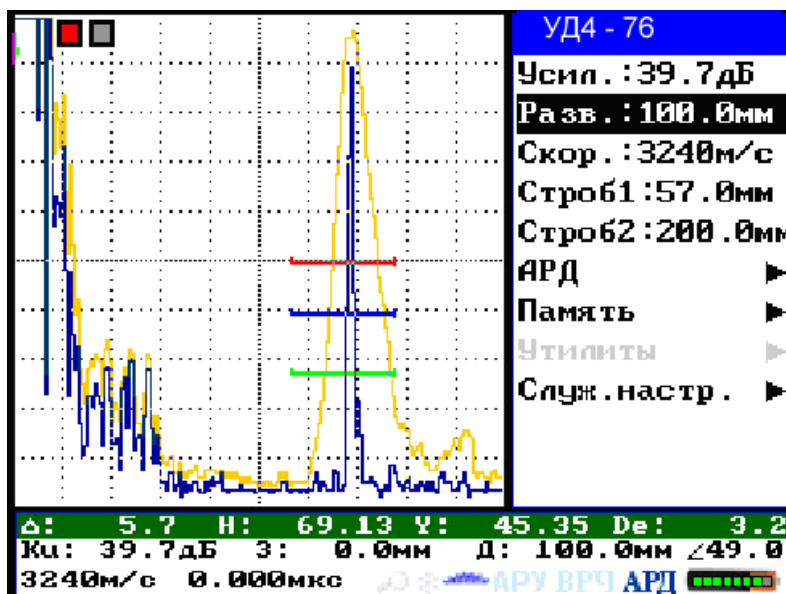


Рисунок 3.4. – Фіксовані сигнали у момент вмикання відповідного режиму дефектоскопа

Режим «Пік» незамінний при пошуку дрібних дефектів, роботі в умовах нестабільного акустичного контакту. При цьому на екрані одночасно з максимальною обвідною всіх спостережуваних ехо-сигналів (відображається жовтим кольором) відображається поточне значення сигналу. Цей режим використовується для знаходження максимальної амплітуди ехо-сигналу та оцінки 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, по якій проводяться вимірювання (автоматичний і ручний). В автоматичному режимі можлива установка спрацьовування вимірювального пристрою по піку або по фронту сигналу. У ручному ж є можливість самому вибрати напівперіод або нуль-перетин, по якому проводитиметься вимірювання.

### 3.3 Порядок виконання роботи

#### 3.3.1 Будова ультразвукового дефектоскопа

Блок-схема ультразвукового дефектоскопа наведена на рисунку 3.5.

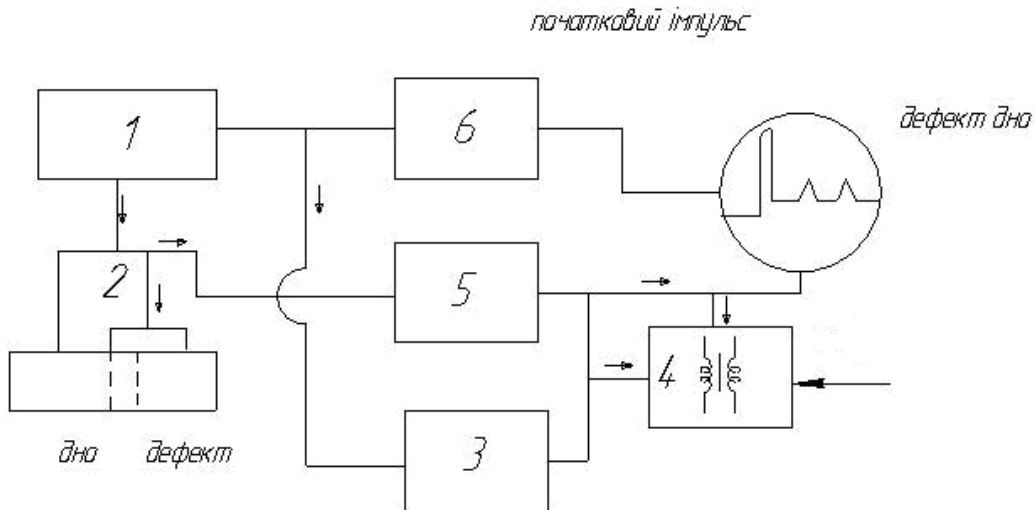


Рисунок 3.5 – Блок-схема ультразвукового дефектоскопа

Генератор електричних імпульсів (блок 1) призначений для ударного збудження механічних коливань джерела ультразвуку (п'єзоелемента).

Щупи, які містять п'єзоелектричні елементи (блок 2), перетворюють підведену до них електричну напругу у механічні коливання і передають їх у контрольований виріб, а потім механічні коливання перетворюються в електричні імпульси. Ці перетворення можуть виконуватися як одним, так і двома щупами.

Приймач (блок 3) призначений для посилення високочастотних електричних коливань, що виникають у п'єзоелементів, а також для перетворення їх в імпульси постійної напруги, яка діє на електронно-променевої трубку (блок 4).

Електронно-променевої трубка (блок 6), яка є індикатором перетворених ультразвукових сигналів, їх інтенсивності й часу проходження через виріб.

Генератор допоміжних напруг розгортки і засвічування променя електронно-променевої трубки.

### ***3.3.2 Індикатор глибини залягання дефекту***

Загальним елементом для всіх блоків є силовий ферорезонансний трансформатор (блок 4), з'єднаний з освітлювальною мережею напругою від 160 до 240 В з частотою 50 Гц і який живить змінним струмом різної напруги (від 6 до 1000 В) електровакуумні прилади, що знаходяться в дефектоскопі.

Крім вказаних приладів, апарат містить низку необхідних для його дії радіодеталей: опорів, конденсаторів та індуктивностей. На рисунку 3.5 наведена схема взаємодії блоків при роботі апарата. У блоці 1 кожного позитивного напівперіоду мережної напруги відбувається одиночний розряд конденсатора через спеціальну лампу-тиратрон.

Короткий імпульс струму (удар), який виникає при цьому, збуджує механічні коливання п'єзоелемента (блок 2).

У дефектоскопі використовуються коливання п'єзопластинки за товщиною. Вони передаються як зондуючі імпульси у контрольований виріб. Під час вібрації п'єзоелемента при передачі зондуючого імпульсу, а також при дії на нього відбиття звука на ньому виникає електрична напруга, яка за своєю частотою і тривалістю відповідає власним коливанням пластини.

Для контролю сталевих виробів використовується частота коливань від 0,4 до 15 МГц.

Напруга високої частоти від щупа передається на вхід посилювача (блок 3). На схемі зображено сполучення при одношупній роботі.

Сигнали, тобто імпульси високочастотних коливань, що надходять з п'єзоелемента, після трикратного підсилення детектуються (випрямляються). Короткочасні імпульси постійної напруги, що виділяються при цьому, після додаткового підсилення вихідною лампою приймача передаються на пластини вертикального відхилення електронно-променевої трубки.

### **3.3 Контроль за допомогою шестиградусної призми з торця шийки осі**

Щоб перевірити всю поверхню підматочинної частини осі, необхідно встановити щуп у 10-15 точках, розміщених по колу торцевої поверхні, щоразу направляючи промінь через центральну лінію осі.

Осі роликів типу перевіряються двома способами. По-перше, встановленням щупа на сегменти торцевої поверхні. При цьому контролюються ділянки підматочинної частини, розташовані навпроти сегментів. По-друге, для контролю ділянки маточинної частини, розташованих навпроти виточок, слід застосовувати два щупи з шестиградусними призмами. Для цього до дефектоскопа приєднують другий щуп і прозвучування виконується як зазначено на рисунку 3.6.

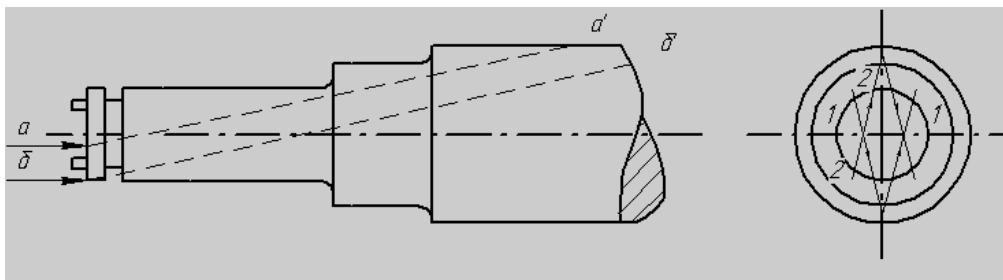


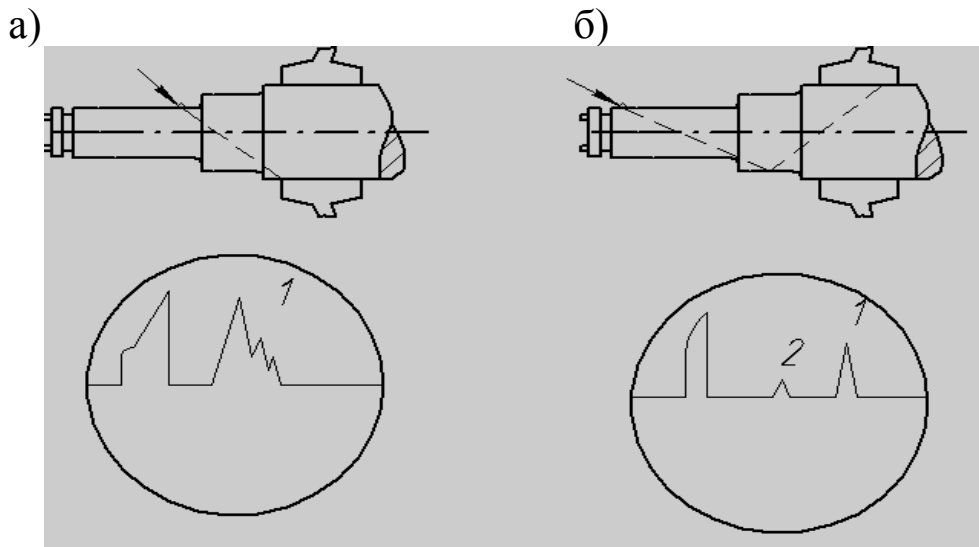
Рисунок 3.6 – Прозвучування осі з торця шийки осі

### **3.4 Контроль з боку циліндричної поверхні шийки осі**

Цей метод контролю застосовується, коли груба обробка торцевої поверхні шийки, а також коли клейма поставлені з напливами і не дають можливість застосовувати контроль шестиградусної призми з торця шийки осі. Застосовується також для підтвердження наявності дефекту, виявленого за допомогою шестиградусної призми при контролі з торця шийки осі (рисунок 3.7).

Для контролю колісних пар цим способом необхідно пересвідчитися у тому, що робоча поверхня і призми притерта до шийки осі.

Слід пам'ятати, що найбільш вірогідне місце розташування тріщини знаходиться на внутрішньому боці маточинної частини, призму слід встановити так, щоб промінь потрапляв на тріщину після першого заломлення всередині осі (рисунок 3.7, б).



- а – від дефекту, розташованого поблизу зовнішньої грані маточини;
- б – від дефекту, розташованого поблизу внутрішньої грані маточини;
- 1 – сигнал від дефекту; 2 – сигнал від пресового сполучення

Рисунок 3.7 – Схема прозвучування осі з боку циліндричної поверхні

Для повної перевірки підматочинної частини призму необхідно пересувати вздовж шийки осі і по її поверхні (рисунок 3.8).

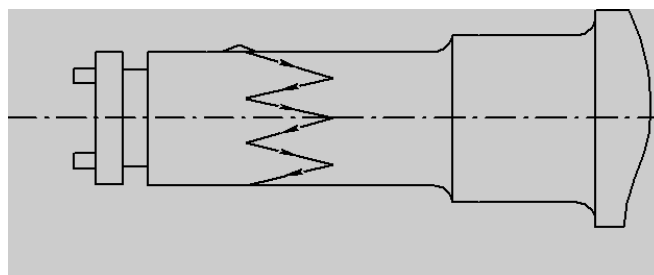


Рисунок 3.8 – Схема переміщення щупа при прозвучуванні шийки осі

При цьому слід враховувати, що при прозвучуванні пресового сполучення відбувається значне розсіювання відбитої енергії і часткове проникнення ультразвуку в колісний центр.

### **3.3.5 Контроль наскрізним прозвучуванням плоским щупом**

Цей спосіб контролю відрізняється тим, що УЗК вводяться у торець осі з протилежного боку тобто пропускається по всій довжині осі. Для цього плоский щуп з дном з плексигласу або металевої пластинки слід встановлювати у різні точки поверхні, розміщені по краю торця осі, але такі, що не виходять за межі діаметра шийки, УЗК розповсюджуються вглиб осі у вигляді конуса з кутом розбігу хвиль приблизно  $30^\circ$ , при цьому найбільша чутливість до тріщин проявляється у напрямку  $Oa$  (рисунок 3.9). Таким чином, якщо дефект знаходиться у верхній частині поверхні осі, то він даватиме відбитий сигнал найбільшої висоти при встановленні щупа у нижню точку торця.

Для повного контролю всієї поверхні осі щуп достатньо встановити в 10-15 точках.

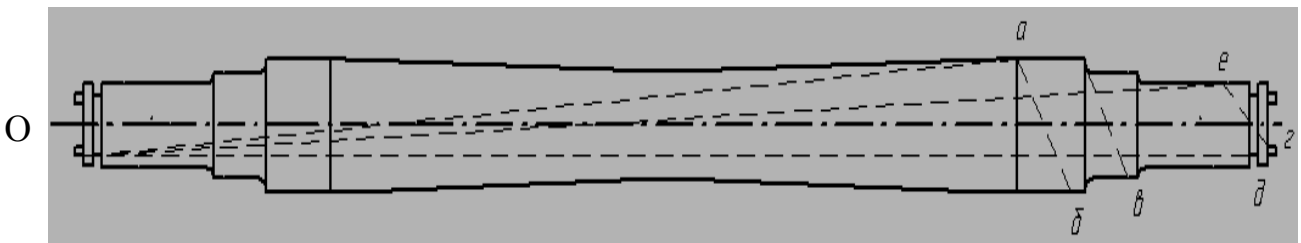


Рисунок 3.9 – Схема контролю осі при наскрізному прозвучуванні за допомогою плоского щупа

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Борзилов І.Д. Технологія технічного обслуговування та ремонту вагонів: Підручник. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – Т.1. – 245 с.

2 Технология вагоностроения и ремонта вагонов / В.С. Герасимов, Б.М. Кернич, И.Ф. Скиба, Л.В. Терешкин; Под. ред. В.И. Безценного. – М.: Транспорт, 1976. – 432 с.

3 Інструкція з огляду, обстеження, ремонту та формування вагонних колісних пар: ЦВ-ЦЛ-0062: Затв. нак. УЗ від 01.04.05. №067-Ц. -К., 2006. – 102 с.

4 Інструкція з неруйнівного контролю деталей та вузлів вагонів магнітопорошковим, вихрострумовим та ферозондовим методами та з випробування на розтягнення: ЦВ-0052: Затв. нак. УЗ від 28.12.02. №674-Ц. -К., 2006. – 208 с.

5 Інструкція з ультразвукового контролю осей колісних пар при виконанні проміжної ревізії: Т 18.04: Затв. нак. УЗ від 25.08.04. №647-ЦЗ-К., 2006. – 76 с.



**ДОДАТОК А**  
(обов'язковий)

Таблиця А.1 – Допустимі розміри колісних пар, їх елементів при випуску вагонів із ремонту та технічного обслуговування

Найменування елементів, параметрів та дефектів колісної пари	Розміри, мм, при ремонті вагона		
	капітальному	деповському	поточному відчіплювальному
1	2	3	4
1 Відстань між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс у колісних пар вантажних і пасажирських вагонів, що обертаються в поїздах із швидкостями до 120 км/год	1437-1443	1437-1443	1437-1443
2 Відстань між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс у колісних пар пасажирських вагонів, що обертаються в поїздах із швидкостями вище 120 до 160 км/год	1439-1443	1439-1443	1439-1443
3 Різниця відстаней між внутрішніми боковими поверхнями ободів коліс, виміряна в чотирьох точках, розташованих у двох взаємоперпендикулярних площинах, не більше	2	2	2
4 Різниця діаметрів по колу кочення коліс, насаджених на одну вісь, не більше	1	1	1* 4**
5 Товщина обода колеса, не менше: а) у колісних пар пасажирських вагонів, які прямують в поїздах із швидкостями:  до 120 км/год вище 120 до 140 км/год вище 140 до 160 км/год б) у колісних пар вантажних вагонів	КР-2; КР-2М; КВР	КР-1	
	min 55 max 70	50 55 55 30	35 45 45 27
			33 37 42 24

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
6 Рівномірний прокат колісних пар, не більше:			
а) у пасажирських вагонів поїздів далекого прямування при швидкостях до 120 км/год	3	5	6
б) те ж при швидкостях вище 120 до 160 км/год	0	0	3
в) у пасажирських вагонів поїздів місцевого та приміського сполучення	3	5	7
г) у вантажних вагонів	3	5	7
7 Рівномірний прокат у колісних пар з редукторно-карданним приводом від торця шийки осі, не більше	0		3 при (ТО-3)
8 Нерівномірний прокат на поверхні кочення колеса, не більше:			
а) у пасажирських вагонів:			
у колісних пар, що підкочуються під вагон	0	0	0,5
у колісних пар, що не викочуються із-під вагона	–	–	1,0
б) у вантажних вагонів:			
у колісних пар, що підкочуються під вагон	0	0	1,0
у колісних пар, що не викочуються із-під вагона	–	–	1,5
9 Нерівномірний прокат на поверхні кочення колеса колісних пар з редукторно-карданним приводом від торця шийки осі, не більше	0	0	0,5
10 Повзуни (вибоїни) на поверхні кочення коліс			
у пасажирських вагонів	Не допускаються		
у вантажних вагонів, не більше	Не допускаються		0,5
11 Відхилення від концентричності круга кочення колеса відносно поверхні шийки або підматочинної частини осі, не більше	1	1	1

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
12 Допустиме значення круглості (овальності) колеса по колу кочення, не більше	0,25	0,5	0,5
13 Товщина гребеня			
а) у пасажирських вагонів, що включають у поїзди, які обертаються зі швидкостями 120 км/год	30,0-33,0	30,0-33,0	26,0-33,0
б) те ж зі швидкостями вище 120 до 140 км/год	30,0-33,0	30,0-33,0	29,0-33,0
в) те ж зі швидкостями вище 140 до 160 км/год	32,0-33,0	32,0-33,0	31,0-33,0
г) для вантажних вагонів без обточування	30,0-33,0	30,0-33,0	26,0-33,0
д) після обточування	32,0-33,0	32,0-33,0	32,0-33,0
е) різниця товщин гребенів:			
на одній колісній парі, не більше	2	2	3
для колісної пари з профілем ІТМ-73, не більше	3	4	4
14 Круговий наплив металу, що виходить за зовнішню бокову поверхню обода колеса у пасажирських та вантажних вагонів	Не допускається		
15 Дефект на поверхні кочення коліс, викликаний зміщенням металу – “навар” у:	Не допускається		
вантажних	Не допускається		не більше 0,5
16 Кільцеві виробки на поверхні кочення коліс вантажних вагонів шириною 10 мм та глибиною, не більше	0	0,5	0,5
17 Вищербини на поверхні кочення коліс вантажних вагонів без тріщин, які ідуть углиб металу, довжиною до 15 мм включно або глибиною, не більше	0	1,0	1,0

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
18 Товщина диска біля обода, не менше: у колісних пар пасажирських та вантажних вагонів	17	17	17
19 Вм'ятини, забоїни та протертість на середній частині осі, не більше	–	2	2
<p>* Для коліс, які підкочуються під пасажирські вагони.  ** Для коліс, які підкочуються під вантажні вагони</p>			













**ДОДАТОК Б**  
(обов'язковий)

**Найменші допустимі діаметри осей колісних пар при випуску вагонів із усіх видів ремонту**

Таблиця Б.1 – Вантажні вагони

Маса вагона брутто, т		Навантаження від осі на рейки, кН (тс)	Діаметри осі, мм			
вагони восьмивісні	вагони чотиривісні		шийка	передпідматочинна частина	підматочинна частина	середня частина
			РУ1, РУ1Ш	РУ1, РУ1Ш	РУ1, РУ1Ш	усі типи
181–190	91-95	223,1-228,1 (22,75-23,75)	130 <sub>-0,040</sub>	164 <sup>+0,02</sup>	184	160
171-180	86-90	210,9-220,7 (21,5-22,5)	130 <sub>-0,040</sub>	164 <sup>+0,02</sup>	182	160
до 170	81-85	198,6-208,5 (20,25-21,25)	130 <sub>-0,040</sub>	164 <sup>+0,02</sup>	182	160
-	71-80	174,1-196,2 (17,75-20,0)	130 <sub>-0,040</sub>	164 <sup>+0,02</sup>	182	160
-	до 70	171,7 (17,5)	130 <sub>-0,040</sub>	164 <sup>+0,02</sup>	180	155

Таблиця Б.2 – Пасажирські вагони

Рід вагона	Тара вагона, т	Діаметри осі, мм			
		шийка	передпідматочин на частина	підматочинна частина	середня частина
		РУ1, РУ1Ш	РУ1, РУ1Ш	усі типи	усі типи
Суцільнометалеві	41,5-62,0	<i>130<sub>-0.040</sub></i>	164 <sup>+0,02</sup>	182	160
Примітка – У колісних пар, які підкочуються під вагони, що випускаються із поточного відчіплювального ремонту, перевіряють діаметри підматочинних та середніх частин осі. Діаметри усіх частин осі перевіряють з обох сторін колісної пари					