

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 7
з дисципліни «Контроль якості покриттів» для студентів
освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості
деталей і конструкцій» всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 7 з дисципліни «Контроль якості покриттів» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» всіх форм навчання /Укл.: О.Є. Капустян, М.І. Андрущенко – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 26 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, старш. викл.;

М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 1.06.2016

Затверджено

на засіданні НМК ІФФ

Протокол № 10 від 21.06.2016

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ВСТУП.....	4
3 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	6
3.1 П'єзоелектричні перетворювачі	13
3.1.1 Вибір ультразвукового п'єзоелектричного перетворювача	15
4 ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ	17
5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	17
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ...	17
7 ЗМІСТ ЗВІТУ	18
8 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ	18
9 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	19
ЛІТЕРАТУРА	19
Додаток А Приклад технологічної карти ультразвукової дефектоскопії.....	23

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

1 МЕТА РОБОТИ

Опанувати техніку та технологію виявлення дефектів ультразвуковим методом.

2 ВСТУП

Одним з найбільш розповсюджених способів виявлення внутрішніх дефектів є ультразвуковий метод контролю. Він придатний для контролю будь яких металевих та неметалевих матеріалів з однорідною структурою. Ультразвукова дефектоскопія якості зварних з'єднань застосовується на заводах і в монтажних організаціях.

Переваги контролю ультразвуковим методом — це оперативність, чутливість до найнебезпечніших дефектів (тріщини й непровари), точність визначення координат дефекту та його розмірів, хороші санітарно-гігієнічні умови, високі техніко-економічні показники. Апаратура для контролю — портативна та надійна.

Для виявлення дефектів у зварному з'єднанні в основному застосовують три методи ультразвукового контролю: ехо-імпульсний метод, тіньовий і дзеркально-тіньовий.

Ехо-імпульсний метод (рис. 2.1 а) здійснюється шляхом введення у виріб імпульсу ультразвуку і прийому відбитого від дефекту ехо-сигналу, який є ознакою наявності нещільності. За відрізком часу між вказаними імпульсами роблять висновки про глибину залягання дефекту.

При тіньовому методі (рис. 2.1 б) шукачі розташовують на протилежних поверхнях виробу, ультразвук проходить від випромінювача до приймача через контрольований переріз, а ознакою дефекту є зменшення амплітуди (інтенсивності) сигналу. Цей метод

використовується в імпульсному та в неперервному режимах випромінювання ультразвуку.

Дзеркально-тіньовий метод (рис. 2.1 в) — про наявність дефекту роблять висновок за зменшенням амплітуди ехо-сигналу, відбитого від протилежної донної поверхні виробу і ослабленого наявними нещільностями.

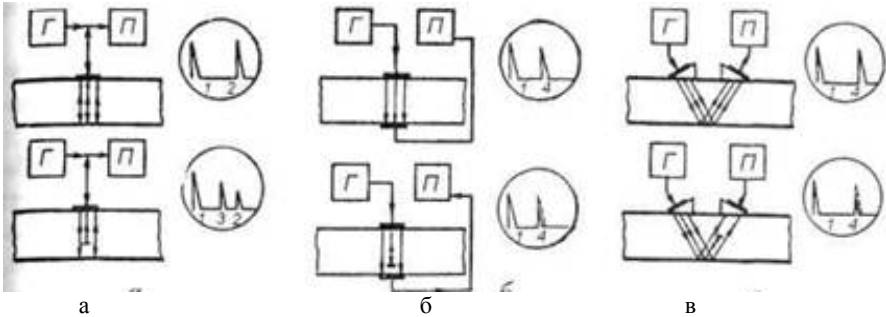


Рисунок 2.1 – Схема ультразвукового контролю ехо-імпульсним (а), тіньовим (б) і дзеркально-тіньовим (в) методами

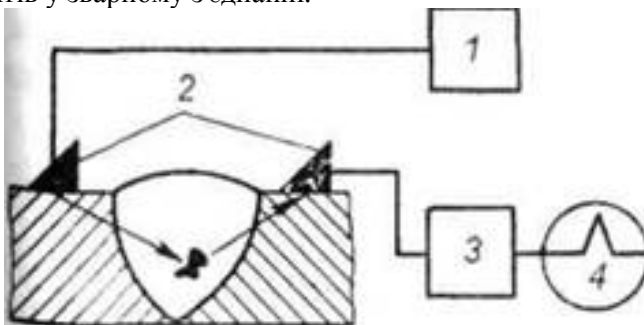
Найчастіше застосовують високочутливий ехо-імпульсний метод, у якому поєднуються шукач і функції випромінювача та приймача.

У дефектоскопії застосовують п'єзоелектричний спосіб утворення ультразвукових хвиль, який ґрунтується на збудженні механічних коливань (вібрації) у п'єзоелектричних матеріалах (кварц, сульфат літію, титанат барію та ін.) при накладанні змінного електричного поля.

Пружні коливання досягають максимального значення тоді, коли частота електричних коливань збігається з коливанням п'єзопластин датчика. За допомогою п'єзометричного щупа ультразвукового дефектоскопа, який розміщують на поверхні зварного з'єднання, в метал надсилають спрямовані електрозвукові коливання (рис. 2.2).

Методи ультразвукового контролю ґрунтуються на дослідженні процесу поширення пружних коливань з частотою 0,5...2,5 МГц у контрольованих виробках. Акустичне поле джерела (випромінювача) поширюється в об'ємі матеріалу контрольованого виробу і, коли є дефект, змінює свою структуру. За місцем дефекту утворюється «тінь», а його поверхня відбиває ультразвукові коливання.

Реєструючи приймачем послаблення акустичної хвилі чи появу відбитої акустичної хвилі, можна робити висновок про наявність дефектів у зварному з'єднанні.



1 – зондуєчий імпульс; 2 – донний імпульс; 3 – імпульс від дефекту;
4 – імпульс ультразвукових коливань, які пройшли контрольований виріб

Рисунок 2.2 – Ультразвуковий контроль

3 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Для ультразвукового контролю призначені дефектоскопи УД-12, УД-2-12 та інші. Вони виявляють дефекти типу порушення суцільності (тріщини, розшарування, пори, непровари тощо) матеріалів, готових виробів та напівфабрикатів, вимірювання глибини їх залягання і працюють на частотах 1,25; 2,5; 5,0 МГц. За використаним методом контролю дефектоскопи є ехоімпульсного й «тіньового» методу пошуку. Їх можна експлуатувати в режимах ручного, механізованого та автоматизованого контролю.

Ультразвуковий дефектоскоп (рис. 3.1) складається з блоків синхронізації і розгортки 1, індикаторного блоку 2, автоматичного сигналізатора дефектів 3, блока генератора ультразвукових коливань 4, підсилювача 5, блока тимчасового регулювання чутливості 6 і блока живлення 7. Блок синхронізації й розгортки посиляє імпульси синхронізації для запускання генератора УЗК, блоків ЛСД, ТРЧ та генератора очікувальної розгортки. Останній виробляє позитивну й негативну напруги для горизонтального відхилення променю електронно-променевої трубки (ЕПТ), які надходять на індикаторний

блок. За шкалою перед екраном ЕПТ, розташованої в індикаторному блоці, визначають відстань до дефектів або товщину контролюваного виробу.

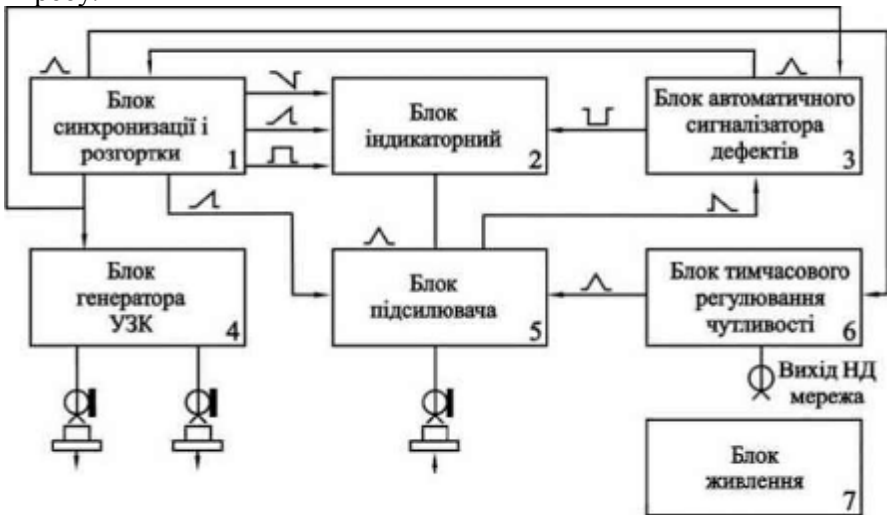


Рисунок 3.1 - Функціональна схема ультразвукового дефектоскопа

Блок генератора УЗК виробляє електричні імпульси для збудження ультразвукових коливань у п'єзопластині перетворювача, підімкненого до одного з роз'ємів «▼» на передній панелі генератора УЗК.

Відбиті від дефектів (чи від супротивного боку деталі) імпульси УЗК п'єзопластина перетворює в імпульси електричних коливань, які поступають на вхідний роз'єм «▲» блока підсилювача 5.

З виходу підсилювача високої частоти ехоімпульси позитивної полярності через емітерний повторювач надходять на відеопідсилювач, розташований в індикаторному блоці, а тоді на вертикально відхиляючі пластини ЕПТ; ехоімпульси позитивної полярності з виходу другого емітерного повторювача блока підсилювача йдуть у блок автоматичного сигналізатора. Для компенсації в контрольованому матеріалі загасання УЗК є блок ТРЧ, який зрівнює чутливість приладу до однакових за площею дефектів, розташованих на різній глибині контрольованого виробу під час роботи з різними перетворювачами.

При пошуку дефектів під зоною переміщення шукача використовують прямі перетворювачі. Похилі шукачі мають місце коли дефекти є збоку від зони пошуку (рис. 3.2). Прямий шукач розповсюджує в контрольованому виробі поздовжню хвилю, похилий - поперечну. Запуск дефектоскопа необхідно здійснювати згідно рекомендацій технічного паспорта та інструкцій з його експлуатації.

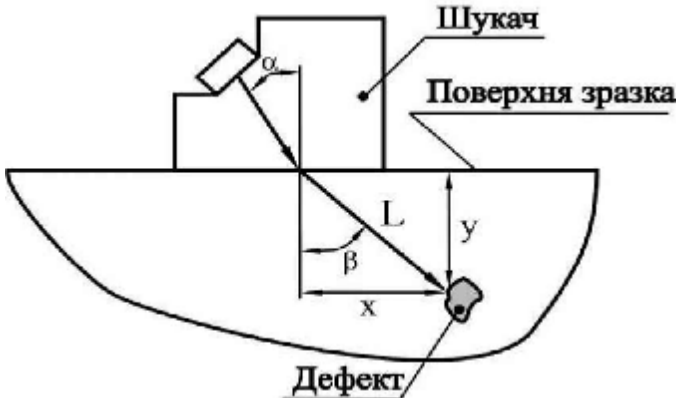


Рисунок 3.2 - Схема поширення УЗК в контрольованому зразку при пошуку дефекту похилим шукачем

Після п'ятихвилинного прогріву включеного дефектоскопу проводять його налаштування згідно інструкцій і перевіряють працездатність на стандартних і еталонних зразках.

Відстань до дефекту, або іншої поверхні відбиття імпульсу визначають через час проходження імпульсу. При цьому швидкість розповсюдження ультразвуку у виробі розраховують і корегують через час проходження ультразвуком будь-якої відомої відстані, наприклад, товщини виробу.

Розмір дефекту характеризується амплітудою ехосигналу. Для визначення розміру дефекту порівнюють амплітуду сигналу від дефекту заданого розміру на еталонному зразку з амплітудою сигналу відшуканого дефекту. Розмір дефекту також можна приблизно визначити через умовну довжину та ширину дефекту.

Умовну довжину дефекту визначають розміром зони пересування шукача вздовж шва, умовну ширину - розміром зони пересування шукача перпендикулярно осі шва, в межах якої амплітуда ехосигналу перевищує певний пороговий рівень (наприклад, зменшується в 2 рази).

Техніка процесу УЗК передбачає наступні етапи його проведення:

- знайомство з нормативно-технічними документами на виріб, його кресленнями; вибір схеми сканування та параметрів контролю;
- настройка дефектоскопу та перевірка його по еталонних зразках;
- очистка поверхні виробу в межах зони сканування від бруду, шлаку, бризок;
- проведення пошуку дефектів, визначення їх координат та розмірів.

Таврові з'єднання із зовнішньої сторони полиці контролюють прямими шукачами (рис. 3.3).

Ширина зони сканування в цьому випадку:

$$b_c = \delta_c + 2k,$$

де δ_c - товщина стінки;

k - катет шва

t - крок сканування складає 2-3 мм.

Стикові з'єднання прозвучуються похилими шукачами. Розмір зони сканування (рис. 3.4) вибирають з урахуванням наступних співвідношень.

Мінімальна відстань від шва до місця введення, коливань L_{min} забезпечується конструктивними розмірами шукача, коли його ставлять впритул до контрольованого шва;

Максимальна відстань від шва до шукача:

при контролю прямим променем

$$L_{max} = \delta \cdot \operatorname{tg} \beta;$$

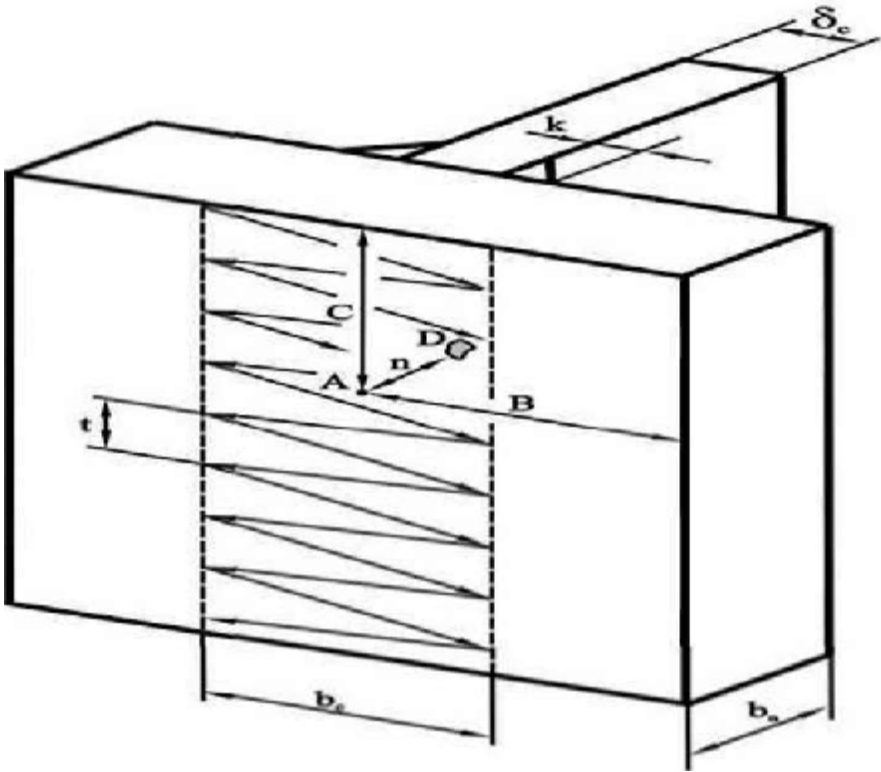
при контролю відбитим променем

$$L_{max} = (n + 1) \delta \cdot \operatorname{tg} \beta$$

де δ - товщина металу;

β - кут розповсюдження УЗК в виробі;

n - кількість відбитків ультразвукового променю в металі.



b_c - ширина зони сканування прямим шукачем; t - крок сканування;

h - глибина залягання дефекту;

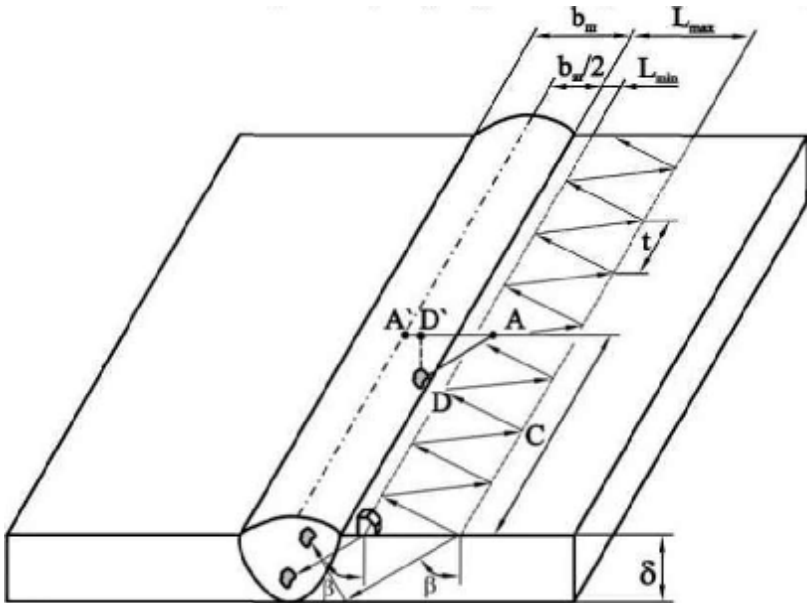
$\rightarrow$ - напрямок сканування;

A - точка розташування шукача на поверхні зразка в момент появи ехоімпульсу від дефекту D;

B, C - координати розташування шукача;

Рисунок 3.3 - Схема сканування таврового зразка прямим шукачем

Після очистки зони сканування від бруду, окалини, бризок на цю ділянку поверхні наносять спеціальні гелі, трансформаторну оливу, або інші мастила, для поліпшення акустичного контакту шукача з поверхнею деталі. Мастила перешкоджають утворенню між ультразвуковим перетворювачем і поверхнею деталі повітряного зазору, який створює перешкоди при проходженні звукового імпульсу.



b_m - ширина шва; t - крок сканування;

A - точка розташування шукача на поверхні зразка в момент появи максимального ехосигналу від дефекту D;

C і AA' - координати розташування шукача по відношенню до краю деталі і центра шва;

D' - проекція розташування дефекту на поверхню зразка

Рисунок 3.4 - Схема сканування стикового з'єднання

При проведенні контролю, шукач рівномірно переміщують по деталі відповідно зі схемою пошуку дефектів (рис. 3.3, 3.4) щільно притискаючи його до контрольованої поверхні. При появі сигналу на екрані дефектоскопу шукач зупиняють, фіксують його координати на поверхні деталі, визначають відстань від шукача до дефекту та розраховують координати розташування дефекту та його розміри.

Еталонні зразки (рис. 3.5) виконані з дрібнозернистої сталі, призначені для налаштування глибиноміра дефектоскопа і перевірки лінійності розгортки, настройки швидкості розгортки для зсувних хвиль, визначення точки виходу, стріли і кута введення похилого п'єзоелектричного перетворювача (ПЕП), настройки граничної чутливості дефектоскопа при роботі з похилими ПЕП і тощо.



Рисунок 3.5 - Еталонні зразки. Лист 1

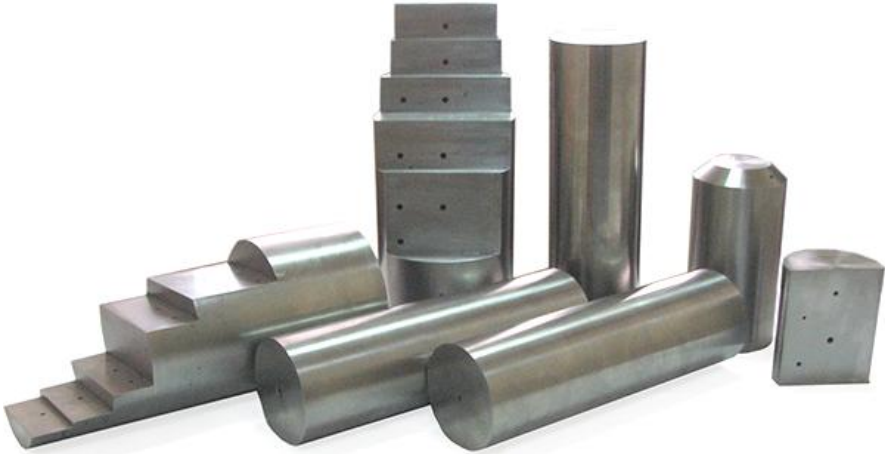


Рисунок 3.5 – Лист 2

3.1 П'єзоелектричні перетворювачі

П'єзоелектричні перетворювачі (ПЕП) застосовуються в ультразвуковому неруйнівному контролі (НК), виступаючи в якості випромінювача і приймача ультразвукового імпульсу оброблюваного УЗ дефектоскопом. Принцип дії ПЕП заснований на п'єзоелектричному ефекті - явищі виникнення електричної поляризації під дією механічної напруги.

Вимоги до УЗ ПЕП вказані в ГОСТ Р 55725-2013 - Перетворювачі ультразвукові п'єзоелектричні. Загальні технічні вимоги (на заміну ГОСТ 26266-90) і ГОСТ Р 55808-2013 - Перетворювачі ультразвукові. Методи випробувань. (На заміну ГОСТ 23702-90). УЗ ПЕП можна умовно класифікувати за такими ознаками:

За кутком введення коливань розрізняють:

- прямі перетворювачі вводять і (або) приймають коливання по нормалі до поверхні об'єкта контролю в точці введення;
- похилі перетворювачі вводять і (або) приймають коливання в напрямках відмінних від нормалі до поверхні об'єкта контролю.

За способом розміщення функцій випромінювання і прийому УЗ сигналу розрізняють:

- поєднані ПЕП де один і той же п'єзоелемент, працює як в режимі випромінювання так і в режимі прийому;
- окремо-суміщені перетворювачі де в одному корпусі розміщені два і більше п'єзоелемента, один з яких працює тільки в режимі випромінювання, а інші в режимі прийому.

За частотою коливань:

- високочастотні УЗ ПЕП умовно можна обмежити діапазоном 4-5 МГц, при контролі дрібнозернистих заготовок невеликої товщини (менше 100 мм) і зварних з'єднань товщиною менше 20 мм;
- середньочастотні УЗ ПЕП з діапазоном частот 1,8-2,5 МГц. Перетворювачі з даним діапазоном частот застосовуються для контролю виробів більшої товщини і з великим розміром частинок;
- низькочастотні УЗ ПЕП з діапазоном частот 0,5-1,8 МГц, використовуються для контролю заготовок з крупнозернистою структурою і високим коефіцієнтом загасання, наприклад чавуну, бетону або пластика.

За способом акустичного контакту:

- контактні ПЕП, де робоча поверхня стикається з поверхнею об'єкта контролю (ОК) або знаходиться від неї на відстані менше половини довжини хвилі в контактній рідині;
- іммерсійні які працюють при наявності між поверхнями перетворювача і ОК шару рідини товщиною більше просторової протяжності акустичного імпульсу;

За типом хвилі збудженої в об'єкті контролю:

- поздовжні хвилі - коливання яких відбувається уздовж осі поширення;
- зсувні (поперечні) хвилі - коливання яких відбувається перпендикулярно осі поширення;
- поверхневі хвилі (хвилі Реллея) - поширюються уздовж вільної (або слабонавантаженої) межі твердого тіла і швидко затухаючи з глибиною;
- нормальні ультразвукові хвилі (хвилі Лемба) - ультразвукові хвилі, які розповсюджуються в пластинах і стержнях. Існують симетричні і антисиметричні хвилі;
- головні хвилі - сукупність акустичних хвиль порушуваних при падінні пучка поздовжніх хвиль на межу розділу 2 твердих середовищ під першим критичним кутом.

3.1.1 Вибір ультразвукового п'єзоелектричного перетворювача

Вибір перетворювача, залежить від параметрів контрольованого об'єкта, таких як матеріал, товщина, форма і орієнтація дефектів і т.д.

Вибір ПЕП по куту введення (прямий або нахилний) вибирають виходячи зі схеми прозвучування конкретного об'єкта, які містяться в державних і відомчих стандартах, а також технологічних картах контролю. У загальному випадку кут введення вибирають таким чином, щоб забезпечувався перетин площини, що перевіряється акустичною віссю перетворювача (прямим або одноразово відбитим променем). Виявлення дефектів найефективніше забезпечується при падинні поперечної хвилі під кутом $45^\circ \pm 5^\circ$ до цієї поверхні.

Вибір ПЕП за схемою включення (сумішений або роздільно-суміщені (РС)) вибирається в залежності від товщини виробу або відстані зони контролю від поверхні введення. Прямі суміщені ПЕП зазвичай застосовують при контролі виробів товщиною більше 50 мм, а прямі РС ПЕП для контролю виробів товщиною до 50 мм включно, або приповерхневого шару до 50 мм.

Похилі РС ПЕП в основному використовуються за сумісною схемою включення. Похилі РС ПЕП з поперечною хвилею - переважно для контролю зварних з'єднань тонкостінних (до 9 мм) труб діаметром не більше 400 мм (хордові перетворювачі). Похилі РС ПЕП з поздовжньою хвилею застосовують для контролю з'єднань з крупнозернистою структурою і високим рівнем шумів (аустенітні шви).

Вибір ПЕП по частоті коливань, здійснюють виходячи з товщини ОК і необхідної чутливості контролю. Завдяки більш короткій хвилі, високочастотні перетворювачі дозволяють знаходити дефекти меншого розміру, тоді як УЗ хвилі низькочастотних ПЕП глибше проникають в матеріал, тому що коефіцієнт загасання зменшується з частотою. Низькочастотні ПЕП застосовуються при контролі крупнозернистих матеріалів і матеріалів з високим коефіцієнтом загасання.

При виборі частоти треба враховувати, що її збільшення викликає:

- збільшення ближньої зони;
- зменшення мертвої зони, пов'язане зі зменшенням тривалості

вільних коливань пьезоелемента;

- поліпшення променевої і фронтальної роздільної здатності;
- звуження характеристики спрямованості;
- збільшення коефіцієнта загасання і пов'язане з ним падіння чутливості на великих товщинах;
- збільшення рівня структурних шумів в крупнозернистих матеріалах;
- зменшення рівня власних шумів ПЕП, пов'язане зі збільшенням загасання звукової хвилі в елементах ПЕП при зростанні частоти.

Основні типи найбільш часто вживаних в процесі ультразвукового контролю перетворювачів:

- прямі суміщені - використовуються для дефектоскопії і товщинометрії виробів поздовжніми хвилями. На практиці, прямі суміщені перетворювачі застосовуються для контролю листів, плит, валів, виливків, поковок, а також для пошуку локальних стоншувань в стінках виробів, для виявлення об'ємних і площинних дефектів - пір, волосовин, розшарувань і т.д.;
- прямі роздільно-суміщені – використовуються, як правило, для визначення залишкової товщини стінки виробів і для пошуку дефектів, розташованих на відносно невеликих глибинах під поверхнею. Товщина контрольованих об'єктів, як правило, знаходиться в діапазоні від 1 до 30 мм;
- похилі суміщені - широко застосовуються в задачах контролю зварних з'єднань, листів, штамповок, поковок та інших об'єктів. Дозволяють виявляти тріщини, об'ємні дефекти, такі як неметалеві включення, пори, непровари, усадочні раковини і т.п. За допомогою цих перетворювачів, як правило, визначаються характеристики вертикально орієнтованих дефектів;
- похилі роздільно-суміщені - в основному застосовують для контролю кільцевих зварних швів трубних елементів із сталей і поліетилену діаметром від 14 до 219 мм з товщиною стінки від 2 до 6 мм; використовуються контактні РС хордові перетворювачі особливо ефективно для контролю тонкостінних зварних швів від 2 до 4 мм.

4 ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ

При підготовці до лабораторної роботи необхідно з'ясувати суть ультразвукового методу контролю, вивчити застосовуване обладнання, технологію контролю і правила безпечного виконання робіт.

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Ультразвуковий дефектоскоп УД-2-12.
2. Стандартні зразки № 1, 2.
3. Контрольовані зразки таврового та стикового з'єднань.
4. Трансформаторна олія.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Включити дефектоскоп УД-2-12, налаштувати його для роботи з прямим шукачем, перевірити по стандартних зразках № 1 або № 2.
2. За допомогою прямого шукача визначити час і швидкість проходження повздовжньої хвилі в стандартному і тавровому зразках.
3. Проконтролювати таврове з'єднання прямим шукачем згідно схеми, приведеній на рис. 3.3, визначити координати розташування дефектів, їх умовну довжину і ширину.
4. Переключити дефектоскоп для роботи з похилим шукачем, налаштувати його по стандартних зразках № 1, 2. Визначити кут розповсюдження і швидкість поперечної хвилі в зразку № 2.
5. Розрахувати розміри зони сканування стикового зразка і провести пошук дефектів згідно схеми (рис. 3.4).
6. Зафіксувати координати розташування шукача в момент

появи максимального ехосигналу від дефекту (розміри C і AA' на рис. 3.4). По цифровому табло дефектоскопа визначити місце розташування дефекту відносно шукача ($x = AD'$; $y = DD'$).

7. Оцінити умовну довжину і ширину дефекту по величині переміщення шукача, в межах якої амплітуда ехосигналу змінюється в 2 рази.

8. Визначити координати розташування дефекту на виробі відносно осі шва (відстань C , $A'D^*$, DD^* на рис. 3.4). Розрахувати кут і швидкість розповсюдження УЗК у стиковому зразку.

9. Проаналізувати результати контролю. Зробити висновок по роботі і вказати місце розташування і розміри виявлених дефектів.

10. Скласти звіт про роботу.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Викласти мету роботи.
2. Навести блок-схему приладу.
3. Навести методику виконання роботи.
4. Навести результати визначення швидкості та кута розповсюдження коливаль.
5. Накреслити ескізи контрольованих зразків, зазначивши координати дефектів.
6. Зробити висновки за результатами контролю про розташування і розміри дефектів, можливість виявлення різними типами шукачів.

8 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. У чому полягає суть ультразвукового контролю зварних з'єднань?
2. Як працює блок-схема ультразвукового дефектоскопа?
3. Яким методом УЗК виявляють наявність дефектів у даній роботі?

4. Які види шукачів використовують при УЗК і терени їх доцільного застосування.
5. Як необхідно готувати виріб до проведення УЗК?
6. Як визначають відстань до дефекту і його місце розташування?
7. Техніка контролю таврових з'єднань.
8. Техніка контролю стикових з'єднань.
9. Як визначають розміри дефектів?

9 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

При роботі з ультразвуковими дефектоскопами дотримуватись загальних правил електробезпеки та правил безпечної експлуатації електроустановок.

В процесі проведення контролю виключити можливість падіння зразків та можливість попадання мастил на одягу та лабораторний стіл.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ГОСТ 8.502-2009 Толщиномеры покрытий. Методы и средства поверки.
2. ГОСТ Р 55809-2013 Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерений основных параметров.
3. ГОСТ Р 55808-2013 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Методы испытаний
4. ГОСТ 18061-90 - Толщиномеры радиоизотопные. Общие технические условия.
5. ГОСТ 27750-88 - Контроль неразрушающий. Покрытия восстановительные. Методы контроля толщины покрытий.
6. ГОСТ 28702-90 - Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования.

7. ГОСТ 22238-76 - Контроль неразрушающий. Меры образцовые для поверки толщиномеров неорганических покрытий. Общие положения.

8. ГОСТ Р 55725-2013 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые пьезоэлектрические. Общие технические требования.

9. ДСТУ ГОСТ 8.495-2009 Толщиномеры ультразвуковые контактные. Методы и средства поверки.

10. ГОСТ 22727-88 Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля.

11. ГОСТ 12.1.001-89 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Ультразвук. Общие требования безопасности.

12. ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.

13. ГОСТ 28831-90 Прокат толстолистовой. Методы ультразвукового контроля.

14. ГОСТ 23858-79 Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки.

15. ГОСТ 24507-80 Контроль неразрушающий. Поковки из черных и цветных металлов. Методы ультразвуковой дефектоскопии.

16. ГОСТ 17410-78 Контроль неразрушающий. Трубы металлические бесшовные цилиндрические. Методы ультразвуковой дефектоскопии.

17. ГОСТ Р ИСО 10124-99 Трубы стальные напорные бесшовные и сварные (кроме труб, изготовленных дуговой сваркой под флюсом). Ультразвуковой метод контроля расслоений.

18. ГОСТ Р ИСО 10332-99 Трубы стальные напорные бесшовные и сварные (кроме труб, изготовленных дуговой сваркой под флюсом). Ультразвуковой метод контроля сплошности.

19. ГОСТ Р ИСО 10543-99 Трубы стальные напорные бесшовные и сварные горячекатаные. Метод ультразвуковой толщинометрии.

20. ГОСТ ИСО 4386-1-94 Подшипники скольжения металлические многослойные. Неразрушающие ультразвуковые испытания соединения слоя подшипникового металла и основы.

21. ГОСТ 21120-75 Прутки и заготовки круглого и прямоугольного сечения. Методы ультразвуковой дефектоскопии.

22.ГОСТ 26126-84 Контроль неразрушающий. Соединения паяные. Ультразвуковые методы контроля качества.

23.ГОСТ Р 55614-2013 Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования.

24.ГОСТ 26266-90 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Общие технические требования.

25.ГОСТ 21397-81 Контроль неразрушающий. Комплект стандартных образцов для ультразвукового контроля полуфабрикатов и изделий из алюминиевых сплавов. Технические условия.

26.ДСТУ EN 1712:2005 Неразрушающий контроль сварных соединений. Контроль сварных соединений ультразвуковой. Уровни приемки.

27.ДСТУ EN 1713:2005 Неразрушающий контроль сварных соединений. Контроль ультразвуковой. Характеристика индикаций дефектов сварных швов

28.ДСТУ EN 1714:2005 Неразрушающий контроль сварных соединений. Контроль ультразвуковой сварных соединений.

29.EN 27963:1992 Стальные сварные соединения. Калибровочный блок № 2 для ультразвукового контроля сварных соединений

30.Контроль качества сварки [Текст] : Под ред. В. Н. Волченко. М. : Машиностроение, 1975. – 328 с.

31. Волченко, В. Н. Контроль качества сварных конструкций [Текст] / В. Н. Волченко. – М. : Машиностроение, 1986. – 152 с.

32. Троицкий, В. А. Неразрушающий контроль качества сварных конструкций [Текст] / В. А. Троицкий, В. П. Радько, В. Г. Демидко. – К. : Техника, 1986. – 159 с.

33. Адаменко А.А. Сучасні методи радіаційної дефектоскопії. – К.: Наук. думка, 1984. – 215 с.

34. Алешин Н. П., Лукачев В. Г. Ультразвуковая дефектоскопия. — Минск: Высшая школа, 1987. — 271 с.

35. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Радиационная, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий. – М.: Высш. шк., 1991. – 271 с.

36. Аналоговые электроизмерительные приборы: Уч. пособие под ред. Бишард Е. Г. — М.: Высш. школа, 1991. — 415 с.

37. Аналоговые электроизмерительные приборы: Учеб. пособие для вузов по спец. «Информационно-измерительная техника» /

Е. Г. Бишард, Е. А. Киселева, Г. П. Лебедев и др. — М.: Высшая школа, 1991. - 415с.

38. Бабак В. П., Хандецкий В. С., Шрюфер Е. Обробка сигналів: Підручник для студ. техн. спец, вузів. — К.: Либідь, 1999. — 496 с.

39. Баранов В.М. Неразрушающий контроль элементов конструкции физико-энергетических установок: Учебное пособие. – М.: Изд. МИФИ, 1982. – 234 с.

Додаток А

Приклад технологічної карти ультразвукової дефектоскопії

ЗНТУ, ФТИ, ИФФ					
группа ИФ-	Технологическая карта ультразвукового контроля № 1 (УЗК)				Листов 5
1. Объект контроля –					
1.1. Контролируемое оборудование					
1.2. Предприятие – изготовитель					
1.3. Чертеж					
1.4. Контролируемый элемент					
1.5. Чертеж					
1.6. Тип сварного соединения					
1.7. Обозначение					
1.8. Способ сварки					
1.9. Основной металл					
1.10. Марка сварочного материала					
2. Документация, по которой проводится контроль:					
2.1. Методическая					
2.2. Нормативная					
3. Требования к технологии контроля и оценке качества:					
3.1. Объем контроля, %					
3.2. Категория сварного соединения					
4. Тип и размеры контролируемого элемента					
4.1. Тип контролируемого элемента					
4.2. Размеры шва и толщина основного элемента даны на эскизе контролируемой зоны					
4.2.1. Валик усиления		4.2.2 Ширина околошовной зоны, мм			
4.2.3. Размеры контролируемой зоны относительно, мм:				вдоль оси	
				поперек оси	
5. Средства контроля					
5.1. Дефектоскоп (тип)					
5.2 Преобразователи		Направления прозвучиван ия	Мах. шаг сканиров ания	Способы настройки чувствительности	
				АРД*,	СО

	1	2	3	4	5	6		дБ	№	по, мм
	++									
5.3. Датчик шероховатости и волнистости поверхности										
5.4. Используемая контактная среда										
5.5. Вспомогательные материалы										
*- разница между опорным сигналом и браковочной чувствительностью по АРД-диаграмме										
6. Схема и параметры контроля										
6.1. Схема контроля.										
6.2. Настройка скорости развертки и глубиномера										
6.3. Настройка чувствительности										
6.4. Требования к подготовке контролируемого элемента										
- поверхность контролируемого элемента в зоне перемещения ПЭП должна быть очищена от пыли, грязи, окалины, должны быть удалены забоины и неровности,										
- <u>шероховатость поверхности</u> должна быть не хуже $R_z 40$ ($R_a 6,3$ мкм), волнистость - не более 0,015. Оценка шероховатости и волнистости проводится с помощью датчика ДШВ,										
-										
7. Условия и порядок проведения контроля:										
7.1 Проведение контроля:	- на месте производства работ, - при температуре окружающего воздуха и контролируемой поверхности от 5° до 40° С, - допусаемое время контроля - от 6 до 24 часов									
7.2 Сканирование:	- контроль проводят контактным способом, перемещая преобразователь по поверхности изделия вручную. - схема сканирования – обратно – поступательная в направлении поперек шва с последовательным смещением в крайних точках на шаг сканирования, параметры сканирования для каждого преобразователя – из схемы контроля и таблицы по п.5.2, - при сканировании вдоль шва осуществлять									

	повороты преобразователя относительно его собственной вертикальной оси на 10-15°, - при контроле на поперечные трещины сканирование проводить в двух взаимно противоположных направлениях вдоль шва с последовательным смещением в крайних точках на шаг сканирования и с поворотом преобразователя в секторе от 0 до 10° в обе стороны от продольной оси шва, - перекрытие у границ участков - не менее шага сканирования для каждого преобразователя, - скорость сканирования - не более 150 мм/с
8. Измерение характеристик несплошностей	
При обнаружении несплошностей с амплитудой эхо-сигнала, равной или большей контрольного уровня определяют (измеряют):	
координаты h, x, L (измеряют по макс. амплитуде эхо-сигнала)	глубину залегания несплошности h и расстояние от точки выхода преобразователя до несплошности x определяют по показаниям дефектоскопа при максимальной амплитуде эхо-сигнала от несплошности. Замеряется также место расположения несплошности L вдоль продольной оси шва относительно принятого начала отсчета.
максимальную амплитуду эхо-сигнала (максимальную эквивалентную площадь)	максимальную амплитуду эхо-сигнала измеряют по показаниям аттенюатора при заданной высоте на экране дефектоскопа. Измерение максимальной эквивалентной площади проводят по максимальному эхо-сигналу по АРД - диаграммам независимо от направления прозвучивания при котором он получен.
условную протяженность ΔL	ΔL измеряют как расстояние между крайними положениями преобразователя при перемещении его вдоль несплошности (крайние положения преобразователя – при которых амплитуда эхо-сигнала уменьшается до контрольного уровня). Если несплошность обнаруживается и прямым и однажды отраженным лучами, оценка ΔL - по прямому лучу.

расстояние по поверхности сканирования между двумя соседними несплошностями	измеряют как кратчайшее расстояние между положениями преобразователя, где амплитуды эхо-сигналов от несплошностей уменьшаются на 6 дБ.		
Дополнительная информация	несплошности две или более учитываются отдельно, если эхо-сигналы от них при перемещении преобразователя разделены интервалом, где амплитуда уменьшается на 6 дБ или более относительно меньшего сигнала. Если это условие не выполняется, то несплошности рассматриваются как одна.		
9. Оценка качества			
9.1. Качество сварного соединения соединение считается удовлетворительным, если:			
- поперечные трещины отсутствуют. - характеристики и количество несплошностей, оцениваемые по указанной в чертеже расчетной высоте 42 мм, удовлетворяют требованиям: - условная протяженность $\Delta L \leq 10$ мм, - расстояние по поверхности сканирования между двумя соседними несплошностями не менее условной протяженности несплошности с большим значением этого показателя.			
Расчетная высота, мм	Эквивалентная площадь одиночных несплошностей, мм ²		Допускаемое число фиксируемых одиночных несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения
	минимально фиксируемая	максимально допускаемая	
42	3,5	7	8
9.2. Результаты оценки допустимости по п.п. 9.1 и выводы о качестве контролируемого элемента занести в рабочий журнал. При обнаружении несплошностей, которые должны учитываться, составить дефектограмму контролируемого элемента.			
Карту разработал:		Карту проверил:	
_____ (подпись, дата)	/_____ _____/	_____ (подпись, дата)	/_____ _____/