Акціонерне товариство
«Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

АТ НАЕК "ЕНЕРГОАТОМ"
ФОНД
НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

СТАНДАРТ АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ «ЕНЕРГОАТОМ»

Технічне обслуговування та ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ

СОУ НАЕК 032:2024

НД НАЕК
ОРИГІНАЛ

Київ
2024

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: філія «Відокремлений підрозділ «Атомремонтсервіс» АТ «НАЕК «Енергоатом»

2 РОЗРОБНИКИ: М. Логін, В. Кулаченков

3 ЗАТВЕРДЖЕНО: протокол засідання правління АТ «НАЕК «Енергоатом» від 27.06.2025 № 21 (реєстраційний номер 01-21-11311)

ВВЕДЕНО В ДІЮ: наказ АТ «НАЕК «Енергоатом» від 03.07.2025 № 01-610-Н

ПОГОДЖЕНО: лист Держатомрегулювання від 19.06.2025 № 15-23/8008-7567

4 ДАТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ: 07.07.2025

5 НА ЗАМІНУ: СОУ НАЕК 032:2014 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий ультразвуковой. Методика контроля сварных соединений и наплавок»

6 ПЕРЕВІРКА: 07.07 2030.

7 КОД КНДК: 2.20.35

8 ПІДРОЗДІЛ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ ВЕДЕННЯ НД: інженерно-технічна дирекція виконавчої дирекції з виробництва та ремонтів

9 МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОРИГІНАЛУ НД: відділ стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління

Цей стандарт заборонено повністю або частково відтворювати, тиражувати та розповсюджувати у комерційних цілях без згоди АТ «НАЕК «Енергоатом»

АРКУШ ПОГОДЖЕННЯ СОУ НАЕК 032:2024

Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний ультразвуковий. Методика контролю зварних з'єднань і наплавлень

Тимчасово виконуючий обов'язки першого віце-президента – технічного директора, виконуючий обов'язки члена правління	«18» 08 2024	О. Остаповець
Генеральний інспектор – директор з безпеки	«23» 08 2024	Ю. Павлов Ю. Ксенофонтов
Виконавчий директор з виробництва та ремонтів	«19» 08 2024	І. Полович
Директор з якості та управління	«21» 08 2024	М. Дроган М. Дроган
Начальник відділу стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління	«20» 08 2024	Ю. Груша
Технічний директор – головний інженер філії «Відокремлений підрозділ «Атомремонтсервіс»	«16» 08 2024	І. Полєшко
філія «Відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС»	лист № 21-3253/21 від 02.04.2024	
філія «Відокремлений підрозділ «Рівненська АЕС»	лист № 22-4904/104 від 12.03.2024	
філія «Відокремлений підрозділ «Хмельницька АЕС»	лист № 36-181/5584 від 12.03.2024	
філія «Відокремлений підрозділ «Південноукраїнська АЕС»	лист № 23-0019/4971 від 06.03.2024	

ЗМІСТ

1 Сфера застосування ... 1
2 Нормативні посилання ... 2
3 Терміни та визначення понять ... 5
4 Познаки та скорочення ... 12
5 Загальні положення ... 13
6 Кваліфікація персоналу ... 19
7 Вимоги безпеки ... 20
8 Вимоги до засобів контролю ... 21
9 Підготовка до проведення ультразвукового контролю ... 32
10 Проведення ультразвукового контролю ... 37
11 Оцінювання допустимості несуцільностей ... 51
12 Оформлення результатів контролю ... 52
Додаток А Приклад оформлення ТКК УЗК зварних з'єднань і наплавлень ... 54
Додаток Б Методика контролю повздовжніх стикових зварних з'єднань циліндричних конструкцій ... 55
Додаток В Методика ультразвукової дефектоскопії методом «кореневий тандем» зварних з'єднань ГЦТ ДУ 850 ВВЕР-1000 ... 61
Додаток Г Чутливість, яка реалізується під час контролю таврових зварних з'єднань ... 68
Додаток Д Методика контролю аустенітного наплавлення головними хвилями ... 69
Додаток Е Методика налаштування чутливості дефектоскопа ... 72
Додаток Ж Методика визначення еквівалентної площі деяких відбивачів, які застосовуються в еталонних зразках ... 77
Додаток И АВДТ – діаграма методу тандем – графік залежності амплітуди луна-сигналу від відстані до несуцільності та еквівалентного діаметра несуцільності ... 79
Додаток К Методика контролю зварних з'єднань сферичних корпусів засувок трубопроводів ... 80
Додаток Л Методика розпізнавання типу дефектів за коефіцієнтом форми ... 84
Додаток М Методика визначення конфігурації та орієнтації несуцільностей у випадку зміни кута спостереження ... 89
Додаток Н Особливості контролю зварних з'єднань різних конструкцій ... 91
Додаток П Методика класифікації несуцільностей за умовною протяжністю ... 108
Додаток Р Скорочена форма опису результатів ультразвукового контролю ... 109
Додаток С Бібліографія ... 111
Аркуш реєстрації змін ... 112

СТАНДАРТ АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ «ЕНЕРГОАТОМ»

Технічне обслуговування та ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт встановлює вимоги до кваліфікації персоналу, УЗ-апаратури, підготовки та методики проведення ультразвукового контролю зварних з'єднань і наплавлень, оцінки якості та оформлення результатів ультразвукового контролю.

1.2 Цей стандарт поширюється на зварні з'єднання і наплавлення, виконані відповідно до вимог СОУ НАЕК 159:2020 «Обеспечение технической безопасности. Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР. Технические требования» і контрольовані відповідно до вимог НД з контролю, стандартів на виготовлення та технічних умов (на виготовлення, ремонт), що діють у АТ «НАЕК «Енергоатом».

1.3 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для підрозділів АТ «НАЕК «Енергоатом», які здійснюють ультразвуковий контроль зварних з'єднань і наплавлень елементів обладнання та трубопроводів на АЕС.

1.4 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для внесення їх до тендерної документації та/або договору з організаціями, які проводять ультразвуковий контроль зварних з'єднань і наплавлень елементів обладнання й трубопроводів на замовлення АТ «НАЕК «Енергоатом», виготовляють і поставляють продукцію для АЕС.

1.5 Цей стандарт встановлює технологію проведення ультразвукового контролю для:

– зварних з'єднань деталей із сталей перлітного класу (вуглецевих, кремнієво-марганцевих, легованих) та високохромистих сталей, що зазначені в 5.1 а), б) СОУ НАЕК 159:2020, виконаних дуговим зварюванням та електрошлаковим зварюванням із повним проплавленням;

– попередніх наплавлень на крайках деталей зі сталей перлітного класу та зони сплавлення наплавлень зі сталей аустенітного класу;

– зони сплавлення антикорозійних наплавлень зі сталей аустенітного класу на деталях і виробах зі сталей перлітного класу.

1.6 Цей стандарт містить методики контролю:

– стикових, кутових таврових зварних з'єднань з товщиною зварюваних елементів понад 5,5 мм до 400 мм;

– попередніх (перехідних) наплавлень зі сталей перлітного й аустенітного класу на деталях та крайках зварних з'єднань при товщині наплавлення від 4 мм до 40 мм і товщині основного металу більшою чи рівною 10 мм;

– зони сплавлення наплавлених покриттів зі сталей аустенітного класу товщиною 4 мм і більше.

1.7 Контроль за цим стандартом можливий при зовнішньому радіусі кривизни об'єкта контролю: для повздовжніх швів – більшому чи рівному 150 мм; для наплавлень – більшому чи рівному 100 мм, для кільцевих швів – більшому чи рівному

12,5 мм. Внутрішній радіус кривизни об'єкта контролю у випадку контролю кутових швів – більший або рівний 50 мм.

1.8 Контроль за методиками, передбаченими цим стандартом, забезпечує виявлення несуцільностей з еквівалентною площею не меншою за величини, зазначені в чинних нормативних документах. Характер і дійсні розміри несуцільності не визначаються, окрім випадків, передбачених у 11.5.

Контроль за цим стандартом не гарантує виявлення несуцільностей на тлі заважаючих відбивачів у вигляді нерівностей опуклості стикового (кутового) шва та опуклості (перевищення проплавлення)/увігнутості кореня (кутового) шва, конструктивних елементів деталей що зварюються та структурних неоднорідностей, якщо не передбачені спеціальні способи їх ідентифікації. Не гарантується виявлення несуцільностей у межах «мертвої» зони датчика, а також безпосередньо перед опуклістю стикового (кутового) шва.

1.9 Цей стандарт допускається застосовувати в поєднанні з ДСТУ EN ISO 13588 під час виконання ультразвукового контролю із застосуванням технології фазованої решітки:

- зварних з'єднань простих геометричних форм з повним проплавленням у пластинах, трубах і посудинах, отриманих зварюванням плавленням в металевих матеріалах з мінімальною товщиною 6 мм, металом зварного шва та основним матеріалом яких є низьколегована та/або дрібнозерниста сталь;
- попередньо наплавлених крайок на деталях, виробах і конструктивних елементах обладнання та трубопроводів із сталей перлітного класу, в тому числі зони сплавлення наплавлень із сталей аустенітного класу;
- зони сплавлення антикорозійних наплавлень із сталей аустенітного класу на деталях, виробах та конструктивних елементах обладнання й трубопроводів із сталей перлітного класу.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Нижче наведено документи, на які в стандарті є посилання

Якщо документ, зазначений у цьому розділі змінено (замінено) або його дію скасовано (без заміни на інший), то до моменту внесення зміни до СОУ НАЕК 032 необхідно користуватися зміненим (заміненим) документом або положення СОУ НАЕК 032 застосовувати без врахування вимог документа, дію якого скасовано

НП 306.2.227-2020 «Загальні вимоги безпеки до улаштування та експлуатації обладнання й трубопроводів атомних станцій»

НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»

НПАОП 0.00-1.69-13 «Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання, електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок»

НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання»

НПАОП 0.00-3.23-18 «Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам підприємств електроенергетичної галузі»

НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»

НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні»

«Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів», затверджені наказом Міністерства палива та енергетики України від 25.07.2006 № 258

ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 «ЄСКД. Експлуатаційні документи»

ДСТУ 2960-94 «Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення»

ДСТУ 3021-95 «Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення»

ДСТУ 3761.2-98 «Зварювання та споріднені процеси. Частина 2. Процеси зварювання та паяння. Терміни та визначення»

ДСТУ 3761.3-98 «Зварювання та споріднені процеси. Частина 3. Зварювання металів: з'єднання та шви, технологія, матеріали та устаткування. Терміни та визначення»

ДСТУ 8733:2017 «Атомна енергетика. Терміни та визначення понять»

ДСТУ ISO 286-1-2002 «Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок»

ДСТУ EN ISO 9712:2022 (EN ISO 9712:2022, IDT; ISO 9712:2021, IDT) «Неруйнівний контроль. Кваліфікація та сертифікація персоналу неруйнівного контролю»

ДСТУ EN ISO 13588:2022 (EN ISO 13588:2019, IDT; ISO 13588:2019, IDT) «Неруйнівний контроль зварних швів. Ультразвуковий контроль. Використання технології автоматизованої фазованої решітки»

ДСТУ EN ISO/IEC 17024:2019 (EN ISO/IEC 17024:2012, IDT; ISO/IEC 17024:2012, IDT) «Оцінка відповідності. Загальні вимоги до органів, що проводять сертифікацію персоналу»

ДСТУ EN ISO 18563-1:2022 (EN ISO 18563-1:2022, IDT;ISO 18563-1:2022, IDT) «Неруйнівний контроль. Визначення характеристик і верифікація обладнання на ультразвукових фазованих решітках. Частина 1. Прилади»

ДСТУ EN ISO 18563-2:2019 (EN ISO 18563-2:2017, IDT; ISO 18563-2:2017, IDT) «Неруйнівний контроль. Визначення характеристик і верифікація обладнання на ультразвукових фазованих решітках. Частина 2. Датчики»

ДСТУ EN ISO 18563-3:2022 (EN ISO 18563-3:2015, IDT;ISO 18563-3:2015, IDT) «Неруйнівний контроль. Визначення характеристик і верифікація обладнання на ультразвукових фазованих решітках. Частина 3. Комбіновані системи»

ДСТУ EN ISO 2400:2016 (EN ISO 2400:2012, IDT; ISO 2400:2012, IDT) «Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Технічні умови на калібрувальний зразок №1»

ДСТУ EN ISO 5577:2018 (EN ISO 5577:2017, IDT; ISO 5577:2017, IDT) «Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Словник термінів»

ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 (EN ISO 6520-1:2007, IDT; ISO 6520-1:2007, IDT) «Зварювання та споріднені процеси. Класифікація геометричних дефектів у металевих матеріалах. Частина 1. Зварювання плавленням»

ДСТУ EN ISO 7010:2022 (EN ISO 7010:2020, IDT;ISO 7010:2019, IDT)/Зміна №3:2022 (EN ISO 7010:2020/A3:2022, IDT; ISO 7010:2019/Amd 3:2021, IDT) «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки»

ДСТУ EN ISO 7963:2016 (EN ISO 7963:2010, IDT; ISO 7963:2006, IDT) «Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Технічні умови на калібрувальний зразок №2»

ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) «Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів»

ДСТУ EN ISO 22232-1:2022 (EN ISO 22232-1:2020, IDT;ISO 22232-1:2020, IDT) «Неруйнівний контроль. Характеристика і верифікація обладнання для ультразвукового контролю. Частина 1. Прилади»

ДСТУ EN ISO 22232-2:2022 (EN ISO 22232-2:2020, IDT;ISO 22232-2:2020, IDT) «Неруйнівний контроль. Характеристика і верифікація обладнання для ультразвукового контролю. Частина 2. Перетворювачі»

ДСТУ EN ISO 23243:2022 (EN ISO 23243:2020, IDT;ISO 23243:2020, IDT) «Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль із застосуванням решіток. Словник термінів»

ДСТУ EN ISO 16810:2016 (EN ISO 16810:2014, IDT; ISO 16810:2012, IDT «Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Загальні вимоги»

СОУ НАЕК 009:2023 «Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний візуальний. Методика контролю основних матеріалів (напівфабрикатів), зварних з'єднань і наплавлень обладнання та трубопроводів АЕС»

СОУ НАЕК 027:2014 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий ультразвуковой. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов)»

СОУ НАЕК 033:2024 «Технічне обслуговування та ремонт. Правила організації технічного обслуговування і ремонту обладнання енергоблоків і загальностанційного обладнання атомних електростанцій»

СОУ НАЕК 078:2024 «Технічне обслуговування та ремонт. Документи технічного контролю основних матеріалів (напівфабрикатів), основного металу, зварних з'єднань і наплавлень обладнання й трубопроводів АЕС. Види, форми та правила оформлення документів»

СОУ НАЕК 131:2023 «Технічне обслуговування та ремонт. Вимоги до атестації персоналу в сфері контролю металу»

СОУ НАЕК 159:2020 «Обеспечение технической безопасности. Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР. Технические требования»

СОУ НАЕК 160:2020 «Обеспечение технической безопасности. Контроль качества основного металла, сварных соединений и наплавок оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР. Технические требования»

ПЛ-К.0.07.005-23 «Положення про організацію роботи з персоналом державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни, установлені в **ДСТУ ГОСТ 2.601:** паспорт, формуляр; **ДСТУ 2390:** деталь; **ДСТУ 2960:** контроль; **ДСТУ 3021:** операційний контроль, приймальний контроль, технічний контроль; **ДСТУ 3761.2:** наплавлення**; ДСТУ 3761.3:** зона сплавлення, опуклість шва, увігнутість шва; **ДСТУ 8733:** еквівалентна площа, номінальна товщина зварених деталей, несуцільність, умовна протяжність несуцільностей або еталонного відбивача, ширина шва; **ДСТУ ISO 9000:** якість; **ДСТУ EN ISO 6520-1:** тріщина; **НИ 306.2.227:** дефект; **СОУ НАЕК 009:** включення, непровар (неповне проварювання), основний матеріал, пора; **СОУ НАЕК 027**: бракувальний рівень чутливості, контрольний рівень чутливості, пошуковий рівень чутливості, спеціалізовані датчики, сторонні організації; **СОУ НАЕК 033**: конструкторський документ, технічна документація; **СОУ НАЕК 131:** персонал з неруйнівного контролю (персонал з НК).

Нижче подано інші терміни, використані в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять

3.1 АВД-діаграма
діаграма амплітуда-відстань-діаметр (DGS diagram; distance-gain-size diagram)

Серія кривих, що показують залежність між відстанню вздовж вісі пучка променів та підсиленням в децибелах для нескінченного відбивача та різних розмірів дископодібних відбивачів (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.8.14 ДСТУ EN ISO 5577)

3.2 акустичний імпеданс (acoustic impedance)

Відношення звукового тиску до швидкості переміщення часток. У матеріалах з ідеальними пружними властивостями це значення дорівнює добутку швидкості звуку та щільності матеріалу (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.4.4.7 ДСТУ EN ISO 5577)

3.3 акустичний неруйнівний контроль

Неруйнівний контроль, заснований на використанні пружних коливань, які збуджуються або виникають у об'єкті контролю

Примітка. Методи, прилади і пристрої акустичного неруйнівного контролю, які використовують ультразвуковий діапазон частот, допускається називати ультразвуковими, наприклад, «ультразвукова дефектоскопія», «ультразвуковий дефектоскоп» (використовується в цьому стандарті)

3.4 акустичний контакт

Сполучення робочої поверхні електроакустичного датчика з об'єктом контролю, яке забезпечує передавання акустичної енергії між ними (використовується в цьому стандарті)

3.5 ближнє поле (near-field)

Зона звукового променю, де звуковий тиск не змінюється монотонно з відстанню через інтерференцію (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.4.2.8 ДСТУ EN ISO 5577)

3.6 боковий отвір (side-drilled hole, SDH)
циліндричний відбивач (spherical-shaped reflector)

Свердління, що перпендикулярне до вісі пучка променів, де циліндрична поверхня діє як відбивач (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.4.4 ДСТУ EN ISO 5577)

3.7 вісь пучка променів (beam axis)

Лінія, що проходить через точки максимального звукового тиску на різних відстанях (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.4.2.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.8 вказівна точка датчика (probe index point)

Точка перетину осі звукового променю з контактною поверхнею датчика (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.2.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.9 датчик (probe)

Електроакустичний пристрій, зазвичай включає один або більше перетворювачів і, можливо, лінію затримки, призначений для передавання та/або приймання ультразвукових хвиль (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.2.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.10 датчик з одним перетворювачем (single-transducer probe)

Датчик з одним перетворювачем для передавання та приймання ультразвукових хвиль (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.2.2 ДСТУ EN ISO 5577)

3.11 двоелементний датчик (dual-element probe)

Датчик, в якому передавальний і приймальний перетворювачі є окремими і електрично та акустично ізольованими один від одного (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.2.6 ДСТУ EN ISO 5577)

3.12 динамічний діапазон (dynamic range)

Відношення амплітуд найбільшого та найменшого сигналу, який ультразвуковий прилад може відобразити без спотворень (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.1.9 ДСТУ EN ISO 5577)

3.13 діапазон часової розгортки (time base range)

Максимальна довжина ультразвукового шляху, яка відображається на певній часовій розгортці (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.1.17 ДСТУ EN ISO 5577)

3.14 довжина хвилі (wavelength)

Відстань між послідовними відповідними точками з однаковою фазою (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.3.2.4 ДСТУ EN ISO 5577)

3.15 донний луна-сигнал (back-wall echo)

Луна-сигнал від поверхні об'єкта контролю, протилежної датчику, яка перпендикулярна до осі ультразвукового променя (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.5.2 ДСТУ EN ISO 5577)

3.16 еквівалентний розмір

Розмір (або розміри) контрольного відбивача заданої форми, розташованого у випробувальному зразку на глибині, що є найближчою до глибини залягання дефекту, та який дає луна-сигнал, що дорівнює за амплітудою сигналу від дефекту (використовується в цьому стандарті)

3.17 еквівалентна площа відбивача

Площа плоскодонного штучного відбивача, розташованого на тій самій відстані від контрольованої поверхні, що і дефект, при якій значення сигналу акустичного приладу від дефекту та відбивача рівні (використовується в цьому стандарті)

3.18 електронне лінійне сканування (electronic linear scanning)

Електронне сканування, яке використовується для керування послідовністю ультразвукових променів шляхом переміщення активних апертур решітки вздовж лінії (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.3.3.1.22 ДСТУ EN ISO 23243)

3.19 електронне секторне сканування (electronic sectorial scanning)

Електронне сканування, яке використовується для керування послідовністю ультразвукових променів шляхом електронної зміни кутів променю в межах визначеного сектора з використанням однієї й тієї ж активної апертури (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.3.3.1.23 ДСТУ EN ISO 23243)

3.20 еталонний відбивач (reference reflector)

Відбивач (природний або штучний) з відомою формою, розміром та відстанню від контрольованої поверхні у калібрувальному зразку або еталонному зразку, що використовується для калібрування або оцінки чутливості виявлення (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.4.2 ДСТУ EN ISO 5577)

3.21 еталонний зразок (reference block)

Зразок матеріалу, подібного за акустичними властивостями до матеріалу, що підлягає контролю, і який містить чітко визначені відбивачі; використовується для налаштування чутливості та/або часової розгортки ультразвукового приладу з метою порівняння індикацій виявлених несуцільностей із тими, що утворюються від відомих відбивачів (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.4.2 ДСТУ EN ISO 5577)

3.22 засоби контролю (test equipment)

Обладнання, що складається з ультразвукового приладу, датчиків, кабелів та всіх пристроїв, підключених до приладу під час контролю (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 5.3.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.23 зміщення променю (beam displacement)

Зміщення променю через відбиття від поверхні твердого тіла (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 4.4.16 ДСТУ EN ISO 5577)

3.24 імпульс (pulse)

Електричний або ультразвуковий сигнал короткої тривалості (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.3.2.7 ДСТУ EN ISO 5577)

3.25 імпульс передавача (transmitter pulse)

Електричний імпульс, згенерований ультразвуковим приладом для збудження перетворювача (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.1.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.26 індикація (indication)

Будь-який сигнал, який відображається на екрані електронного блока ультразвукового приладу, який може бути відокремлений від шуму, поверхневих і донних луна-сигналів (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.5.14 ДСТУ EN ISO 5577)

3.27 калібрувальний зразок (calibration block)

Зразок матеріалу із заданим складом, якістю поверхні, термічною обробкою та геометричною формою, за допомогою якого можна оцінити та відкалібрувати обладнання для ультразвукового контролю (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 5.4.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.28 клин (wedge)

Клиновидний компонент, зазвичай виготовлений з пластику, який змушує ультразвукову хвилю заломлюватися в об'єкті контролю під визначеним кутом (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 5.2.11 ДСТУ EN ISO 5577)

3.29 контактний метод (contact technique)

Метод контролю об’єкта за допомогою ультразвукового датчика (або декількох датчиків), що знаходиться в безпосередньому контакті з об’єктом, зазвичай із застосуванням тонкого шару контактного середовища між датчиком та об’єктом (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 6.1.4 ДСТУ EN ISO 5577)

3.30 контактне середовище (couplant, coupling medium)

Середовище, розміщене між датчиком і об'єктом контролю, для забезпечення проходження ультразвуку між ними, наприклад, вода, гліцерин або олива (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 6.3.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.31 контрольована ділянка (test area)

Визначена ділянка на об'єкті контролю, в якій має проводитися контроль (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 6.2.2 ДСТУ EN ISO 5577)

3.32 контрольний зразок (test block)

Визначений зразок матеріалу, який дозволяє тестувати точність та/або продуктивність ультразвукової системи контролю (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 5.4.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.33 контрольована поверхня (test surface)

Частина поверхні об’єкта контролю, по якій рухається активний елемент(и) датчика (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.2.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.34 кутовий датчик (angle -beam probe)

Датчик, який генерує промінь під кутом, відмінним від нормалі до контрольованої поверхні (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.2.13 ДСТУ EN ISO 5577)

3.35 кутовий відбивач
зарубка

Еталонний відбивач у вигляді ділянки площини, перпендикулярний до поверхні еталонного зразка, що імітує непровари та тріщини, які виходять на поверхню (використовується в цьому стандарті)

3.36 кут променю (beam angle)

Кут між віссю променю і нормаллю до межі розділу для певного датчика (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.2.15 ДСТУ EN ISO 5577)

3.37 луна-сигнал (echo)

Сигнал на дисплеї ультразвукового приладу, отриманий від об'єкта контролю (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.5.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.38 мертва зона (dead zone)

Зона безпосередньо під контактною поверхнею, в якій несуцільності не можуть бути оцінені (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.3.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.39 метод тандем (tandem technique)

Метод сканування, що передбачає використання двох або більше датчиків з кутовим променем, зазвичай з однаковим кутом, спрямованих в одному напрямку і з осями ультразвукових променів у тій самій площині, перпендикулярній до поверхні контролю, де один датчик використовується для передачі, а інший — для приймання (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.1.2 ДСТУ EN ISO 5577)

3.40 наскрізний метод (throughtransmission technique)

Метод, при якому якість матеріалу оцінюється шляхом передачі ультразвукових хвиль через весь матеріал, використовуючи передавальний датчик з одного боку об'єкта та приймальний датчик з протилежного боку (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.1.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.41 неконтрольована ділянка

Частина об’єкта контролю або калібрувального зразка, в межах якої контрольований параметр не може бути визначений із заданим ступенем достовірності (використовується в цьому стандарті)

3.42 номінальні параметри

Значення параметрів без урахування допусків (використовується в цьому стандарті)

3.43 об'єм контролю (test volume)

Об'єм об'єкта контролю, охоплений випробуванням (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.2.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.44 об’єкт контролю

Зварні з’єднання і наплавлення, що підлягають контролю ультразвуковим методом (використовується в цьому стандарті)

3.45 опорний луна-сигнал (reference echo)

Луна-сигнал від заданого еталонного відбивача (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.4.4 ДСТУ EN ISO 5577)

3.46 осьова роздільна здатність (axial resolution)

Здатність ультразвукової системи контролю розрізняти два окремих луна-сигнали на різних відстанях (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.3.6 ДСТУ EN ISO 5577)

3.47 передавач (transmitter)

Відношення звукового тиску до швидкості переміщення часток. У матеріалах з ідеальними пружними властивостями це значення дорівнює добутку швидкості звуку та щільності матеріалу (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.1.2 ДСТУ EN ISO 5577)

3.48 перетворювач (transducer)

Активний елемент датчика, який перетворює електричну енергію в звукову і навпаки (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.4.1.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.49 плоскодонний отвір (flat-bottomed hole, FBH)

Дископодібний відбивач, свердління, де плоске дно діє як дископодібний відбивач, перпендикулярний до вісі пучка променів (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.4.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.50 приймач (receiver)

Електронний пристрій, що генерує передавальні імпульси (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.1.3 ДСТУ EN ISO 5577)

3.51 прямопроменевий датчик (straight -beam probe)

Датчик, вісь променю якого перпендикулярна до контактної поверхні (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.2.12 ДСТУ EN ISO 5577)

3.52 робоча поверхня електроакустичного датчика

Поверхня електроакустичного датчика, через яку випромінюються і (або) приймаються пружні коливання (використовуються в цьому стандарті)

3.53 сканування (scanning)

Переміщення датчика(-ів) відносно об'єкта контролю (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.1.11 ДСТУ EN ISO 5577)

3.54 схема контролю

Складова частина методики контролю, яка містить у собі: метод контролю; поверхні, з яких проводиться контроль (контрольованої поверхні); тип датчиків, тип і напрямок поширення застосованих ультразвукових хвиль (використовується в цьому стандарті)

3.55 технологія фазованої решітки (phased array technique)

Ультразвукова технологія контролю, що використовує прилад з фазованими решітками і датчик з решіткою, здатний забезпечувати електронне керування напрямком променю та/або електронне формування променю для передачі та/або приймання сигналів (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.3.3.1.2 ДСТУ EN ISO 23243)

3.56 ультразвуковий прилад (ultrasonic instrument)

Прилад, що використовується разом із датчиком або датчиками, який передає, приймає, обробляє та відображає ультразвукові сигнали для цілей неруйнівного контролю (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.1.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.57 умовна висота

Відстань між максимальними та мінімальними значеннями глибини розташування несуцільностей або еталонного відбивача у напрямку, що є перпендикулярним контрольованої поверхні в разі контролю луна-методом (використовується в цьому стандарті)

3.58 фокусна відстань (focal distance)

Відстань від датчика до фокусної точки (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.4.2.13 ДСТУ EN ISO 5577)

3.59 хвилястість поверхні

Сукупність періодично повторюваних нерівностей, у яких відстані між суміжними височинами або западинами перевищують базову довжину (використовується в цьому стандарті)

3.60 хибний луна-сигнал (spurious echo)

Луна-сигнал, який не пов'язаний з несуцільністю і не становить інтересу (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.5.7 ДСТУ EN ISO 5577)

3.61 частота (frequency)

Кількість циклів за секунду (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.3.1.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.62 чутливість виявлення (detection sensitivity)

Характеристика ультразвукової системи контролю, визначена найменшим виявленим відбивачем (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.5.3.4 ДСТУ EN ISO 5577)

3.63 чутливість контролю (testing sensitivity)

Налаштування чутливості, які необхідно використовувати під час контролю (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.8.13 ДСТУ EN ISO 5577)

3.64 шум (noise)

Небажані сигнали (електричні або акустичні), які мають тенденцію заважити прийому, інтерпретації або обробці бажаного сигналу (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.5.15 ДСТУ EN ISO 5577)

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АВД	– амплітуда, відстань, діаметр
АВДТ	– амплітуда, відстань, діаметр, тандем
АЕС	– атомна електрична станція
АСД	– автоматичний сигналізатор дефекту
АТ «НАЕК «Енергоатом»	– акціонерне товариство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»
ВД	– виробнича документація
ГЦТ	– головний циркуляційний трубопровід
ДГХ	– датчик головних хвиль
ДД	– двоелементний датчик прямопроменевий
Держатомрегулювання	– Державна інспекція ядерного регулювання України
ЕЗ	– еталонний зразок
КД	– кутовий датчик з одним перетворювачем
НД	– нормативний документ
НК	– неруйнівний контроль
ПД	– прямопроменевий датчик з одним перетворювачем
ПХ	– поверхневі хвилі
ТКК	– технологічна карта контролю

УЗ – ультразвук

УЗК – ультразвуковий контроль

ФР – фазована решітка

ЧРЧ – часове регулювання чутливості

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Загальні вимоги

5.1.1 У зварних з'єднаннях контролю підлягають: метал шва, зони сплавлення та термічного пливу. Контрольована ділянка повинна охоплювати весь обсяг металу шва, а також прилеглі до нього ділянки основного металу в обидві сторони від шва:

а) для стикових зварних з'єднань, виконаних дуговим зварюванням, шириною:

- не менше номінальної товщини зварюваних деталей за номінальної товщини зварюваних деталей понад 5 мм до 20 мм включно;

- не менше 20 мм за номінальної товщини зварюваних деталей понад 20 мм;

б) для кутових, таврових, торцевих зварних з'єднань шириною не менше 3 мм незалежно від товщини (для зварних з'єднань, виконаних шляхом вварювання труб у трубні дошки – згідно з настановами конструкторської документації або методичного документа щодо контролю);

в) для зварних з'єднань, виконаних електрошлаковим зварюванням – шириною 50 мм незалежно від товщини.

5.1.2 У зварних з'єднаннях різної номінальної товщини ширина контрольованих ділянок основного металу визначається окремо для кожної зі зварюваних деталей залежно від їхньої номінальної товщини.

5.1.3 Ширина контрольованих ділянок основного металу визначається від поверхні його оброблення, зазначеної у ВД.

5.1.4 УЗК проводять після виправлення дефектів, виявлених під час візуального, капілярного або магнітопорошкового контролю, якщо останні методи контролю передбачені ВД.

5.1.5 Приймальний контроль проводять після остаточного термооброблення зварного з'єднання та відновлення плакування (наплавлення), якщо такі дії передбачені ВД.

5.1.6 Рекомендується проведення операційного контролю на проміжних стадіях виготовлення виробу. При цьому слід враховувати, що результати операційного та приймального контролю можуть не співпадати.

5.1.7 Вимоги представників підрозділів контролю металу щодо створення необхідних умов для виконання робіт з контролю є обов'язковими для організацій (підприємств), структурних підрозділів, які надають вироби для здійснення контролю.

5.1.8 Документація з контролю, яка містить відхилення від вимог цього стандарту або містить нові методичні рішення, що не встановлені національними стандартами, має бути погоджена з Держатомрегулювання відповідно до вимог НП 306.2.227-2020.

5.2 Вимоги до зварного з'єднання

5.2.1 Об'єм контролю визначається НД як протяжність чи кількість для зварних з'єднань або площа для наплавлень. За наявності неконтрольованих через недоступність ділянок зварних з'єднань та/або наплавлень контроль вважають виконаним у неповному обсязі, а недоступні для контролю ділянки відмічають у звітній документації.

5.2.2 На контролепридатність зварних з'єднань впливають конструкція зварного з'єднання, конструкція вузла його розташування, а також акустична прозорість основного металу. З точки зору контролепридатності зварні з'єднання поділяються на ступені.

Ступінь контролепридатності перерізу зварного з'єднання та наплавлення визначається під час проєктування (конструювання) обладнання й має бути зафіксований у ВД.

За відсутності у ВД ступеня контролепридатності допускається його визначення представником підрозділу контролю металу залежно від обмежень, які накладаються конструкцією контрольованого виробу на можливість встановлення і межі переміщення датчика.

5.2.3 Для зварних з'єднань, що контролюються за цим стандартом, встановлюються такі ступені контролепридатності в порядку її зниження (див. рис. 5.1):

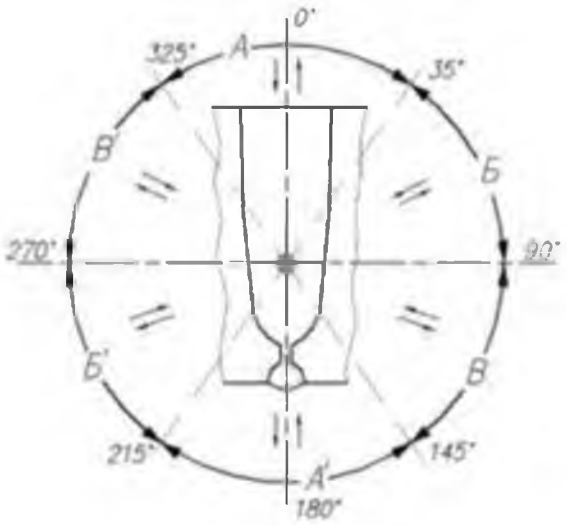
а) 1С – вісь пучка променів перетинає кожний елемент металу контрольованого перерізу зварного з'єднання у двох або більше напрямках (із точністю до половини кроку сканування), які проходять через сектори Б або Б′, і В або В′, і А або А′. Приклади схем контролю наведені на рис. 5.2а, рис. 5.2б і рис. 5.3а, рис. 5.3в;

б) 2С – вісь пучка променів перетинає кожний елемент металу хоча б в одному напрямку, який проходить через сектори Б або Б′, В або В′. Приклади схем контролю наведені на рис. 5.2в, рис. 5.3б;

в) 3С – частково або повністю не виконується прозвучування по кожному із напрямків, передбачених для ступеня 1С. Вісь пучка променів перетинає кожний елемент металу в напрямку, який проходить через сектори А або А′;

г) зварне з'єднання вважають неконтролепридатним, якщо вісь пучка променів за жодним із напрямків не проходить через усі елементи металу контрольованого перерізу.

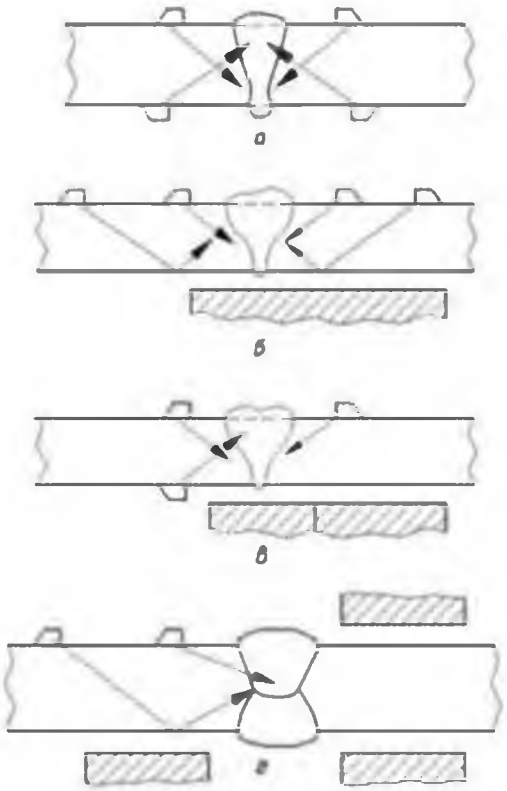
Можливість контролю з метою виявлення поперечних дефектів не змінює ступінь контролепридатності зварного з'єднання, визначений згідно з позиціями переліку а) – г) цього пункту.



О - контрольований елемент зварного з`єднання;

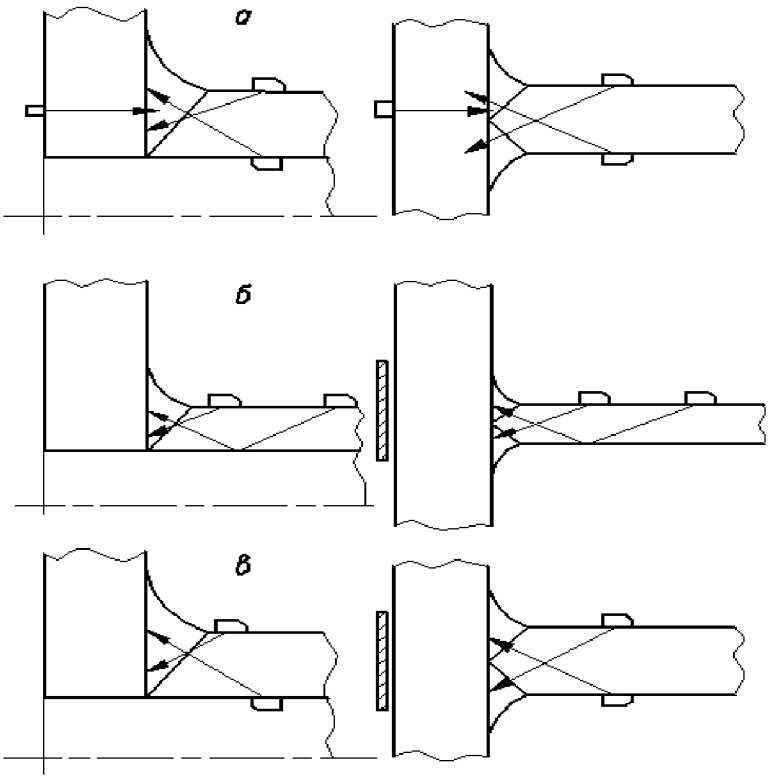
⇄ - напрямки прозвучування (цифрами позначені кути озвучування, літерами – сектори огляду).

Рисунок 5.1 – Схема визначення ступеня доступності зварного з’єднання для контролю



а – за товщини 60 мм і більше незалежно від наявності підсилення шва; б – за товщини менше 60 мм незалежно від наявності підсилення шва; в – за товщини до 100 мм з обмеженим доступом; г – за обмеження доступу незалежно від товщини.

Рисунок 5.2 – Схеми контролю стикових зварних з’єднань КД



1

а – контроль прямим променем; б – контроль одноразово відбитим променем;
в – контроль із двох поверхонь прямим променем.

Рисунок 5.3 – Схеми контролю кутових і таврових зварних з’єднань

5.2.3.1 Під час проєктування (конструювання) обладнання повинна бути забезпечена максимально можлива контролепридатність зварного з’єднання по всій його протяжності, наплавлення по всій його площі, наприклад шляхом видалення або зменшення ширини опуклості стикового шва, змінення конструкції контрольованого вузла тощо.

5.2.3.2 Контроль місць перетину зварних швів з опуклістю стикових з’єднань і стикових з’єднань із тавровими технічно нездійсненний.

Контроль місць сполучення зварних швів стикових з’єднань можливий у разі дотримання вимог 5.2.3 цього стандарту або при видаленій та зачищеній в рівень опуклості шва у межах зон переміщення датчиків.

5.2.3.3 Контроль стикових зварних з’єднань з антикорозійним наплавленням проводять таким чином:

- до нанесення антикорозійного наплавлення контролюють метал шва та навколошовні зони;

- після нанесення антикорозійного наплавлення контролюють метал шва, навколошовні зони та зону сплавлення антикорозійного наплавлення зі зварним з’єднанням.

5.2.4 Для антикорозійного наплавлення встановлюються такі ступені доступності для контролю в порядку її зниження:

а) 1Н – непаралельність поверхні основного металу межі «основний метал – наплавлення» у зоні сплавлення не перевищує

$$\varphi = \arcsin\frac{0{,}6}{fa}, \quad (1)$$

де φ – коефіцієнт непаралельності;

f – частота, МГц; a – радіус перетворювача, мм;

б) 2НА – непаралельність поверхні основного металу межі «основний метал – наплавлення» перевищує φ, але контроль з боку основного металу проводять спеціальними датчиками, які забезпечують нормальне падіння УЗ-променю на поверхню зони сплавлення, або за схемою приймання дзеркально відбитого від наплавлення променю;

в) 2НБ – контроль з боку основного металу не можливий, його проводять з боку наплавлення. Непаралельність наплавлення межі «основний метал – наплавлення» не перевищує значень φ;

г) наплавлення вважають недоступним для контролю, якщо не виконуються умови згідно з а) – в) цього пункту.

Для наплавлень визначається об'єм контролю у відсотках як відношення площі доступної для контролю частини наплавлення до площі усього контрольованого наплавлення. Об'єм контролю визначається із точністю 5% і фіксується в ВД.

5.2.5 Зварні з'єднання та наплавлення або їхні ділянки, визнані недоступними для контролю, УЗК не підлягають, що має бути відображено у ВД.

5.2.6 У разі контролю з боку основного металу крайки (краю) зварного з'єднання, наплавлення існує зона з пониженою достовірністю контролю. Ширина цієї зони l визначається найбільшою величиною $l1$ або $l2$ (див. формулу (2), $l = l1$ якщо $l1 > l2$, $l = l2$ якщо $l1 < l2$.

$$l1 = \sqrt{1{,}5H\lambda};\ l2 = D/2, \quad (2)$$

де H – номінальна товщина зварного з'єднання або основного металу у разі контролю наплавлення, мм

λ – довжина хвилі, м;

D – діаметр датчика, мм.

У разі контролю наплавлення цю зону необхідно проконтролювати з боку наплавлення. У цьому випадку ширина зони з пониженою достовірністю l дорівнює $D/2$.

Наявність такої зони не враховується у процесі оцінки доступності для контролю.

5.2.7 Контроль зварних з'єднань обладнання та трубопроводів із внутрішньою розточкою одноразово відбитим променем є можливим, якщо довжина lр циліндричної частини розточки не менше

$$l\text{р} = \text{Htg}\alpha + \text{в}/2 + \text{В} + 5 \text{ мм}, \quad (3)$$

де Н – номінальна товщина зварного з'єднання, мм;

α –кут променю, градуси; в/2 - половина ширини опуклості стикового шва, мм;

В – ширина навколошовної зони, мм, що підлягає контролю згідно з 5.1.1.

У разі менших розмірів розточки контроль проводять тільки прямим променем із видаленою опуклістю шва, що має бути відображено у ВД.

5.2.8 Ширина підготовленої для контролю зони з кожного боку шва має бути не менше:

– у разі контролю датчиком з одним перетворювачем, прямим променем:

$$Htg\alpha + A + B, \quad (4)$$

– у разі контролю датчиком з одним перетворювачем, одноразово відбитим променем і за методом тандем:

$$2Htg\alpha + A + B, \quad (5)$$

де H – номінальна товщина зварного з'єднання, мм;

α –кут променю, градуси; A – довжина контактної поверхні датчика, мм;

B – ширина навколошовної зони (основний метал), мм, що підлягає контролю відповідно до 5.1.1.

5.2.9 Поверхні зварних з'єднань у зоні переміщення датчика з обох боків зварного шва повинні бути очищені від пилу, бруду, окалини. З них мають бути видалені нерівності, що перешкоджають проведенню УЗК.

5.2.10 У разі підготовлення зони контролю за допомогою механічного оброблення шорсткість поверхні повинна бути не вище Rz = 40 мкм (Ra = 6,3 мкм). Шорсткість механічно обробленої донної поверхні (при виготовленні, монтажі, ремонті, реконструкції, модернізації) у разі контролю відбитим променем і за методом тандем повинна бути не вище Rz = 80 мкм (Ra = 20 мкм). Зазор між поверхнею та датчиком в результаті хвилястості поверхні обєкту контролю не повинен перевищувати 0,5 мм.

5.2.11 Опуклість шва повинна бути видалена врівень із поверхнею основного металу в таких випадках:

– у разі контролю стикових зварних з'єднань I категорії товщиною 40 мм і більше (на різностінних зварних з'єднаннях допускається не видаляти опуклість шва);

– у разі наявності антикорозійного наплавлення на донній поверхні;

– у разі контролю зварних з'єднань посудин, якщо одна зі сторін зварного з'єднання не доступна для контролю, і контроль відбитим променем не є можливим;

– у разі контролю стикових зварних з'єднань, якщо ширина шва не дозволяє озвучувати корінь шва прямим центральним променем або весь переріз центральним променем.

5.3 Організація робіт

5.3.1 Під час проведення контролю великогабаритних виробів, а також в умовах монтажу та ремонту повинні бути забезпечені такі умови:

– риштування та помости повинні забезпечувати безпечне та зручне розташування персоналу з НК, апаратури й контрольованого виробу;

– яскраві джерела світла (пости електрозварювання, різання тощо), розташовані на відстані менше 15 м від місця проведення контролю, повинні бути екрановані;

– не допускається проведення робіт, що викликають вібрацію та забруднення абразивним пилом контрольованого виробу, ближче ніж за 10 м від нього;

– у разі наявності яскравого денного світла або сильного штучного освітлення, яке ускладнює спостереження за зображенням на екрані дефектоскопа, повинні бути вжиті заходи, спрямовані на затемнення екрану дефектоскопа або місць контролю.

5.3.2 Коливання напруги в електричній мережі, до якої підключають дефектоскопи, не повинні перевищувати значень, вказаних у технічному описі

дефектоскопа. У разі великих коливань напруги дефектоскопи слід підключати через стабілізатори.

5.3.3 УЗК проводять за температури навколишнього повітря і контрольованої поверхні від плюс 5°С до плюс 40°С. У випадку виходу температури за вказані межі, відповідно, в холодну й теплу пору року, зазначені температурні умови повинні бути створені штучно. При цьому властивості контактних середовищ повинні залишатися постійними під час виконання усіх процедур калібрування, налаштування та контролю.

5.3.4 Для виробів, які допускають кантування, проведення контролю в стельовому положенні не допускається.

5.3.5 Ультразвуковий контроль проводять з 6.00 год. до 24.00 год. місцевого часу. Проведення контролю з 0.00 год. до 6.00 год. допускається лише за умови застосування дефектоскопів із рідкокристалічним екраном і функцією автоматичної сигналізації дефектів.

5.3.6 Рекомендується проводити ультразвуковий контроль ланкою з двох осіб персоналу з НК (як в 6.1 цього стандарту), атестованих з цього методу НК. При цьому одна з них повинна мати кваліфікацію не нижче Рівня II згідно з вимогами СОУ НАЕК 131. Для зниження втомлюваності персонала з НК і підвищення якості УЗК доцільно через кожну годину контролю робити перерву на 10-15 хв.

5.3.7 Підрозділ, що займається виконанням робіт з УЗК, має бути забезпечений обтиральними матеріалами (ганчір'я з гарною змочуваністю), кремом для рук, милом, рушниками, лінійкою, блокнотами та письмовим приладдям. Норми витрати матеріалів встановлюються залежно від обсягів і умов роботи.

5.3.8 Підготовлені для роботи поверхні необхідно перевірити на відповідність вимогам 5.2.9, 5.2.10, безпосередньо перед ручним контролем ретельно протерти ганчір'ям та покрити шаром контактного середовища.

5.3.9 Контактне середовище повинно мати такі властивості, як достатня змочуваність, в'язкість і однорідність, бути прозорим для ультразвуку в робочому діапазоні частот, легко видалятися з поверхні та не викликати корозії.

5.3.10 В якості контактного середовища рекомендується використовувати гліцерин, рідини на масляній основі або спеціальну контактну рідину для УЗК.

5.3.11 У разі великої кривизни поверхні контрольованого виробу слід використовувати контактне середовище більш густої консистенції.

5.3.12 Речовини, що входять до складу контактного середовища, й саме середовище (змазка) не є матеріалами для неруйнівного контролю, тому вимоги щодо організації, проведення та оформлення результатів вхідного контролю повинні бути визначені у ВД кожної філії АТ «НАЕК «Енергоатом».

5.3.1 Підготовлення зварного з'єднання і наплавлення до контролю, а також видалення контактного середовища після завершення контролю в обов'язки персонала з НК не входить.

6 КВАЛІФІКАЦІЯ ПЕРСОНАЛУ

6.1 До виконання робіт з ультразвукового контролю зварних з'єднань і наплавлень допускається персонал з неруйнівного контролю (фахівці, дефектоскопісти, лаборанти тощо), допущений до самостійної роботи згідно з ПЛ-К.0.07.005, та який пройшов теоретичну і практичну підготовку з ультразвукового контролю, а також атестований відповідно до вимог СОУ НАЕК 131.

6.2 Персонал з неруйнівного контролю структурних підрозділів АТ «НАЕК

«Енергоатом» має право проводити контроль за станом зварних з'єднань і наплавлень обладнання та трубопроводів за умови наявності в нього посвідчень встановленої форми на право проведення ультразвукового контролю. Персонал з неруйнівного контролю сторонніх організацій має право проводити контроль за станом зварних з'єднань і наплавлень обладнання та трубопроводів за умови наявності в нього, діючих сертифікатів фахівця з неруйнівного контролю згідно з ДСТУ EN 1SO 9712 за відповідним методом контролю, виданого Органом з сертифікації персоналу, який акредитований Національним агентством з акредитації України відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17024. При цьому постійно діюча атестаційна комісія філії АТ «НАЕК «Енергоатом», у якій заплановано виконання відповідних робіт, повинна провести додатковий практичний іспит для персоналу з неруйнівного контролю сторонніх організацій, які залучаються до контролю металу на АЕС, з оформленням результатів.

6.3 До виконання ультразвукового контролю та оцінювання якості за результатами УЗК зварних з'єднань і наплавлень обладнання й трубопроводів АЕС допускається персонал з неруйнівного контролю, який має кваліфікацію не нижче Рівня II згідно з вимогами СОУ НАЕК 131.

6.4 До виконання УЗК із застосуванням фазованих решіток допускається персонал з НК, який пройшов додаткове навчання (спеціальну підготовку), спрямоване на здобуття спеціальних знань щодо фізичних принципів роботи фазованих решіток, а також набуття та напрацювання практичних навичок із застосуванням ультразвукового обладнання на фазованих решітках з подальшим проведенням атестації згідно з СОУ НАЕК 131.

7 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

7.1 Під час виконання робіт з УЗК необхідно дотримуватись вимог безпеки відповідно до НПАОП 0.00-1.69-13.

7.2 Під час експлуатації дефектоскопічних установок повинні виконуватися вимоги НПАОП 40.1-1.21-98, а також розділи методик контролю з техніки безпеки. Під час експлуатації УЗ обладнання слід дотримуватися рекомендацій виробника щодо правил експлуатації та техніки безпеки, передбачених інструкцією з експлуатації на це обладнання.

7.3 Заходи з пожежної безпеки виконуються відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014.

7.4 У разі розташування дефектоскопічних установок поблизу підіймальних механізмів мають виконуватися вимоги безпеки згідно з НПАОП 0.00-1.80-18.

7.5 Роботи з УЗК на висоті мають проводитися з дотриманням вимог НПАОП 0.00-1.15-07. У разі виконання робіт на висоті необхідно виключити можливість падіння обладнання та інших предметів, персонал з НК має бути забезпечений спеціальними страхувальними засобами. Риштування та помости повинні забезпечувати безпечне та зручне розташування персоналу з НК.

7.6 Персонал з НК, який виконує роботи з УЗК, має бути забезпечений спецодягом відповідно до НПАОП 0.00-3.23-18 та необхідними засобами індивідуального захисту залежно від обсягів і умов виконання робіт.

7.7 Персонал АТ «НАЕК «Енергоатом» і сторонніх організацій, що виконує ультразвуковий контроль, зобов'язаний виконувати вимоги діючих правил і норм з безпеки та технічної експлуатації (норми та правила з ядерної та радіаційної безпеки,

правила охорони праці, правила радіаційної безпеки, правила пожежної безпеки, правила технічної експлуатації).

7.8 Місця проведення робіт мають забезпечуватися відповідними знаками безпеки відповідно до ДСТУ EN 1SO 7010.

7.9 При необхідності підключення дефектоскопа до електромережі та відсутності на робочому місці розеток, його підключення і відключення здійснює електротехнічний персонал.

7.10 Перед приєднанням дефектоскопа до електричної мережі його потрібно заземлити гнучким мідним дротом з перерізом не менше 2,5 мм^2, якщо заземлення передбачене технічним описом дефектоскопа.

7.11 У разі проведення УЗК поблизу місць виконання зварювальних, шліфувальних, обрубочних робіт тощо, робоче місце персоналу з НК повинно бути огороджено захисним екраном.

7.12 У разі проведення УЗК в місцях підвищеної небезпеки напруга джерела живлення, до якого підключають дефектоскоп, не повинна перевищувати 12 В.

7.13 У випадку виявлення несправності дефектоскопа необхідно припинити роботи з контролю та відключити дефектоскоп (апаратуру).

8 ВИМОГИ ДО ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ

8.1 Для проведення УЗК використовується таке обладнання:

- ультразвукові дефектоскопи з датчиками та кабелями;
- калібрувальні зразки, контрольні зразки та ЕЗ;
- допоміжні пристрої, пристосування та матеріали.

8.2 Для УЗК застосовують переносні дефектоскопи, які реалізують амплітудний та/або часовий методи УЗК із каліброваним атенюатором, що забезпечують проведення контролю відповідно до вимог цього стандарту. Ультразвукові дефектоскопи, які реалізують луна-імпульсний ультразвуковий метод контролю, повинні відповідати таким вимогам:

а) діапазон частот вихідного сигналу має бути від 0,5 МГц до 10,0 МГц;

б) діапазон регулювання швидкості поширення ультразвукових коливань має бути від 2500 м/с до 6500 м/с;

в) динамічний діапазон сигналів, які спостерігаються на екрані дефектоскопа, не має бути меншим ніж 20 дБ;

г) значення дискретності зміни чутливості ультразвукового дефектоскопа повинно бути не більше 2 дБ, а значення діапазону регулювання чутливості повинно бути не менше 80 дБ;

д) дефектоскопи перевіряють на точність вимірювання відстаней глибиноміром із похибкою не більше 2,5% на відстані 50 мм і більше та на точність вимірювання амплітуд луна-сигналів із похибкою не більше ± 1 дБ;

е) в ультразвуковому дефектоскопі допускається використання налаштування строба, ЧРЧ і АВД-діаграм.

8.3 Дефектоскоп має відповідати ДСТУ EN 22232-1, у разі застосування ФР – ДСТУ EN 1SO 18563-1, та мати метрологічне підтвердження. Дефектоскоп під час експлуатації підлягає калібруванню або відомчій повірці, яка проводиться метрологічним підрозділом філії. У разі неможливості метрологічного підтвердження силами метрологічних підрозділів філій, калібрування можуть виконувати наукові

метрологічні центри, державні підприємства, які належать до сфери управління Мінекономіки, метрологічні центри та калібрувальні лабораторії, акредитовані національним органом України з акредитації.

8.4 Дефектоскоп повинен мати паспорт або формуляр, куди вносяться результати метрологічного підтвердження, періодичного технічного обслуговування, технічний опис та інструкцію з експлуатації.

8.5 Знову виготовлені датчики мають відповідати вимогам ДСТУ EN 22232-2. Датчики із ФР повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 1SO 18563-2.

8.6 Кожен датчик повинен мати порядковий номер або ідентифікаційний номер, а також технічний паспорт, в якому має бути вказана інформація відповідно до вимог ДСТУ EN 22232-2 та ДСТУ EN 1SO 18563-2 для датчиків ФР.

8.7 Цілісність корпусу та ступінь зношення робочої поверхні датчика перевіряють зовнішнім оглядом. У випадку порушення цілісності корпусу, явного перекосу або зношення робочої поверхні датчик до експлуатації не допускають.

8.8 Дефектоскопи, які використовуються для проведення контролю, мають перебувати у справному стані. Організаційно-розпорядчим документом філії АТ «НАЕК «Енергоатом» повинні бути призначені особи, відповідальні за стан апаратури.

8.9 Проведення перевірки (технічного обслуговування) УЗ-апаратури організовує особа, відповідальна за стан апаратури, в обсязі й в терміни, передбачені технічним описом приладу, з фіксацією результатів у паспортах (формулярах) або журналах.

8.10 Перед початком контролю персонал НК зобов'язаний провести перевірку параметрів УЗ-апаратури із записом у журналі встановленої форми відповідно до 8.10.1 – 8.10.3.

8.10.1 Під час перевірки параметрів дефектоскопа з ПД контролюють:

- мертву зону;
- відхилення осі пучка променів від нормалі до робочої поверхні.

8.10.2 Під час перевірки параметрів дефектоскопа з ДД контролюють мертву зону.

8.10.3 Під час перевірки параметрів дефектоскопа з КД контролюють:

- вказівну точку датчика;
- кут променю;
- відхилення осі пучка променів від площини падіння;
- мертву зону.

8.11 Перевірку дефектоскопа, з'єднувального кабелю та датчика здійснюють разом.

8.12 При періодичній відомчій повірці проводять перевірку УЗ-апаратури відповідно до 8.12.1- 8.12.3.

8.12.1 Під час перевірки параметрів дефектоскопа з ПД контролюють:

- частоту УЗ-коливань;
- осьову роздільну здатність.

8.12.2 Під час перевірки параметрів дефектоскопа з ДД контролюють:

- частоту УЗ-коливань;
- осьову роздільну здатність;
- фокусну відстань.

8.12.3 Під час перевірки параметрів дефектоскопа з КД контролюють частоту

УЗ-коливань.

8.13 Перед початком контролю із застосуванням датчиків ФР персонал з НК повинен згідно з ДСТУ EN ISO 18563-3 виконати перевірку:

– обладнання візуальним оглядом;

– елементів та каналів (призначення каналу/елементу, відносна чутливість елементів і ідентифікація неактивних елементів);

– лінійності системи посилення;

– абсолютної чутливості віртуальних датчиків (відповідно до п.9.5 ДСТУ EN ISO 18563-3);

– відносної чутливості віртуальних датчиків;

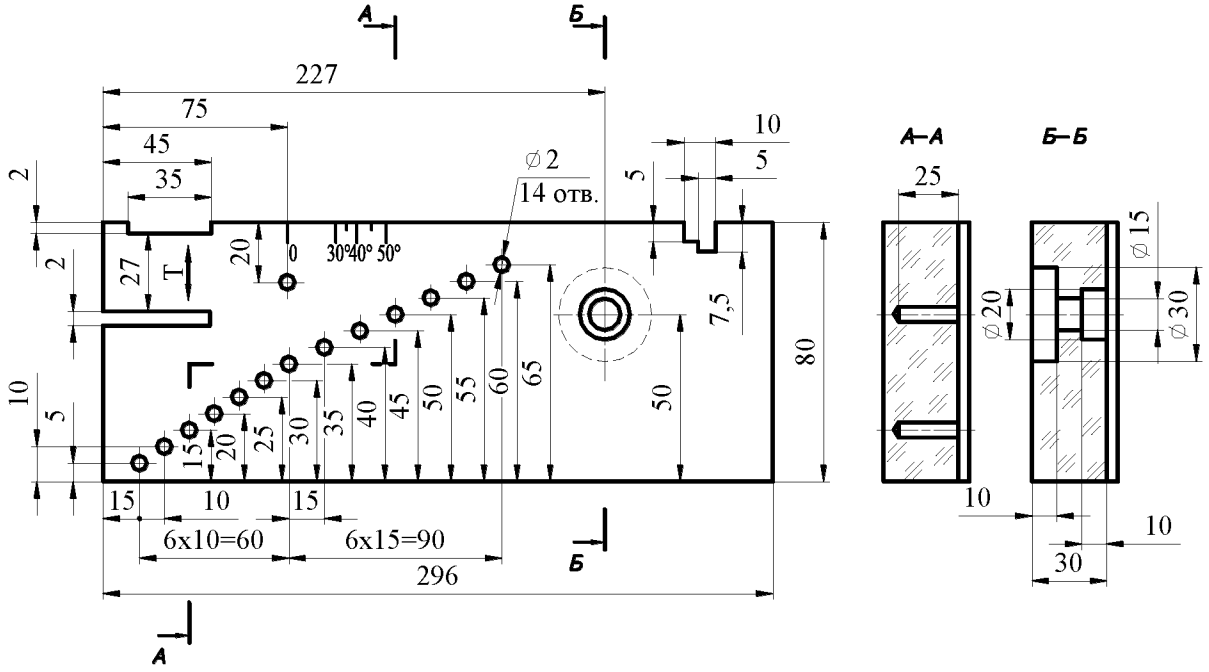
– вказівної точки датчика;

– кута заломлення;

– кутового відхилення пучка від осі корпусу датчика.

8.14 Обсяг метрологічного підтвердження та перевірки основних параметрів спеціалізованих датчиків встановлюється виробником спеціалізованих датчиків із урахуванням вимог 8.10, 8.12.

8.15 Для визначення контрольованих параметрів УЗ-апаратури згідно з 8.10, 8.12 застосовують контрольні зразки СО-1, СО-2, СО-3 (див. рис. 8.1 – рис. 8.3) або калібрувальні зразки Міжнародного інституту зварювання V1 (калібрувальний зразок №1 за ДСТУ EN ISO 2400) рис. 8.4 і V2 (калібрувальний зразок №2 за ДСТУ EN ISO 7963) рис. 8.5, а також контрольні зразки (див. рис. 8.6 – рис. 8.9). Для налаштування чутливості під час контролю конкретного виду виробів застосовують ЕЗ або використовують АВД-діаграму.



T – час, виміряний до цілих значень мікросекунд.

Рисунок 8.1 – Контрольний зразок СО-1 (матеріал – органічне скло)

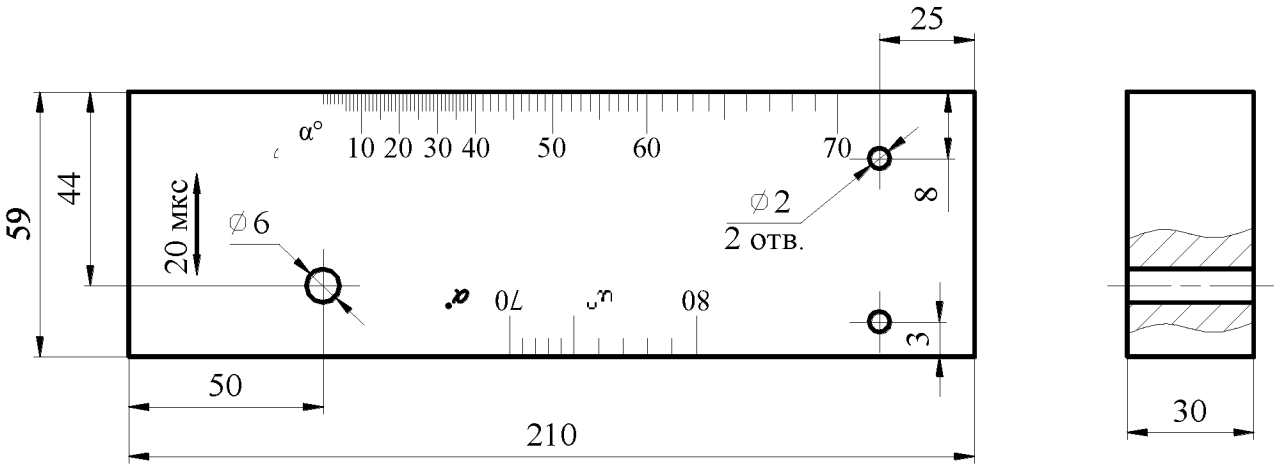


Рисунок 8.2 – Контрольний зразок СО-2 (матеріал – Ст3)

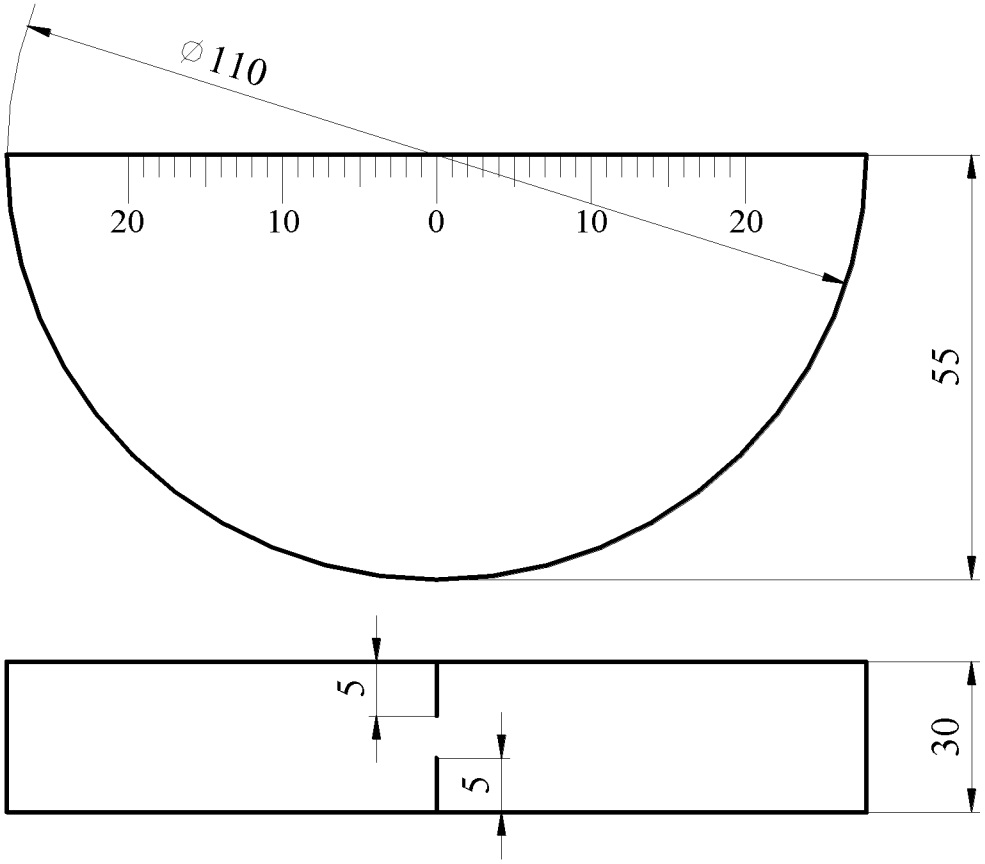


Рисунок 8.3 – Контрольний зразок СО-3 (матеріал – Ст3)

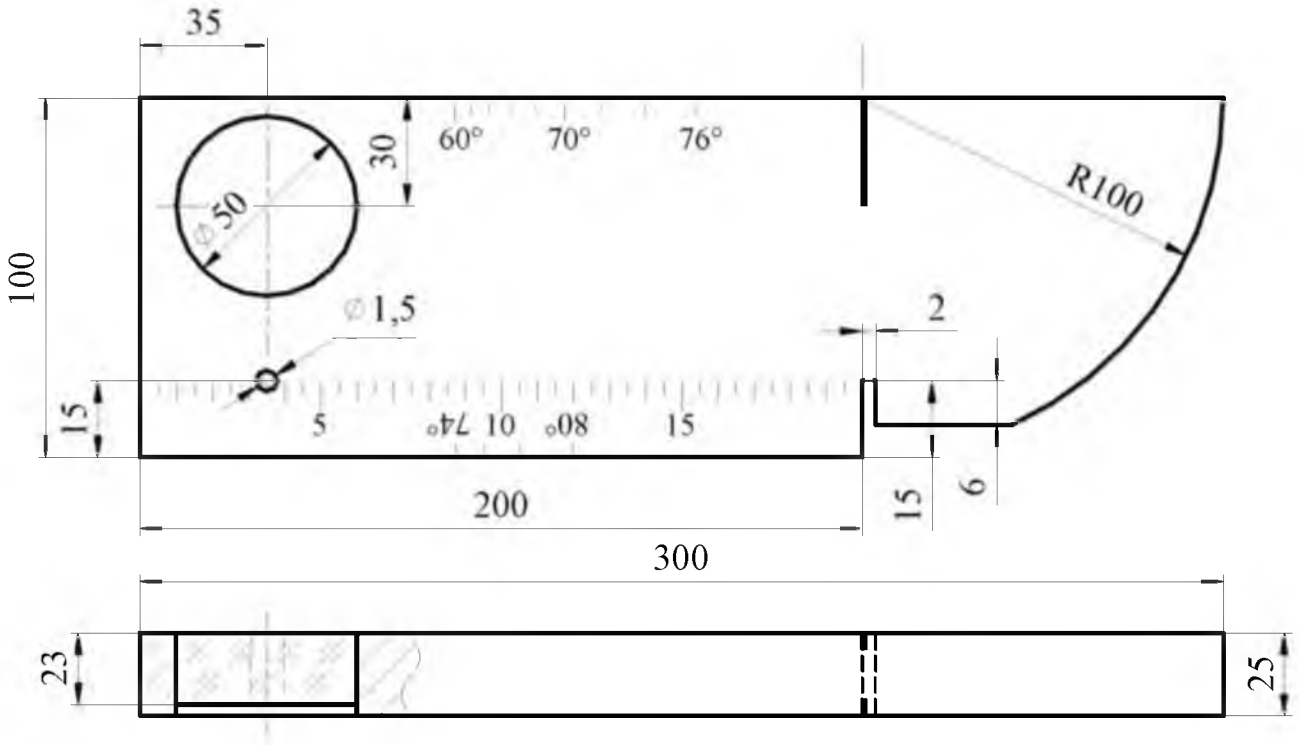


Рисунок 8.4 – Калібрувальний зразок V1

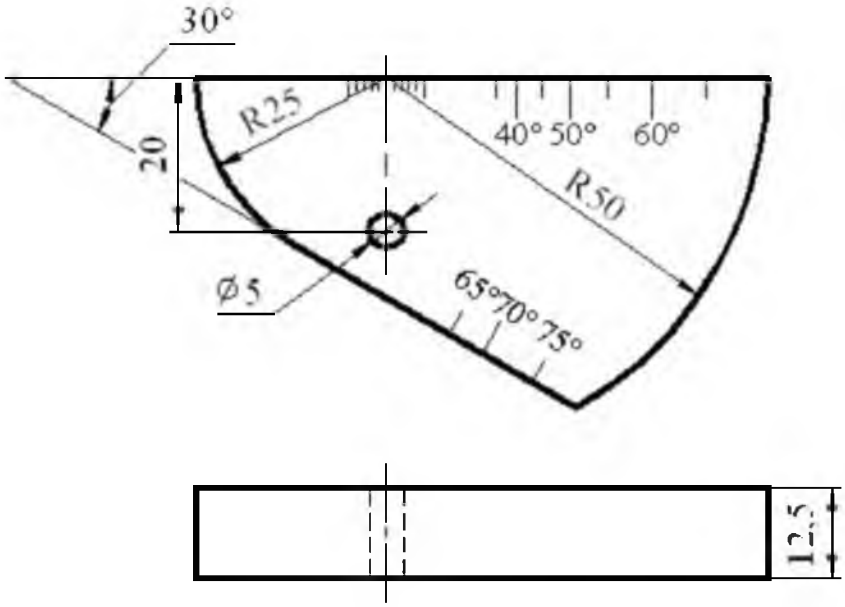


Рисунок 8.5 – Калібрувальний зразок V2

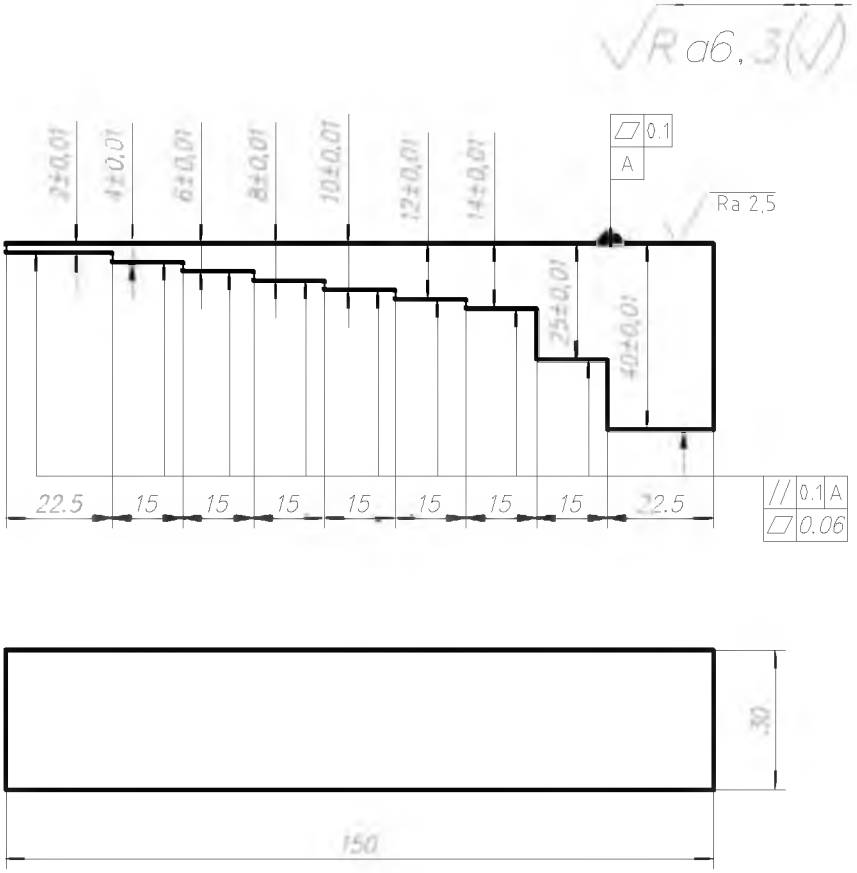


Рисунок 8.6 – Контрольний зразок для визначення фокусної відстані ДД (матеріал – Ст3)

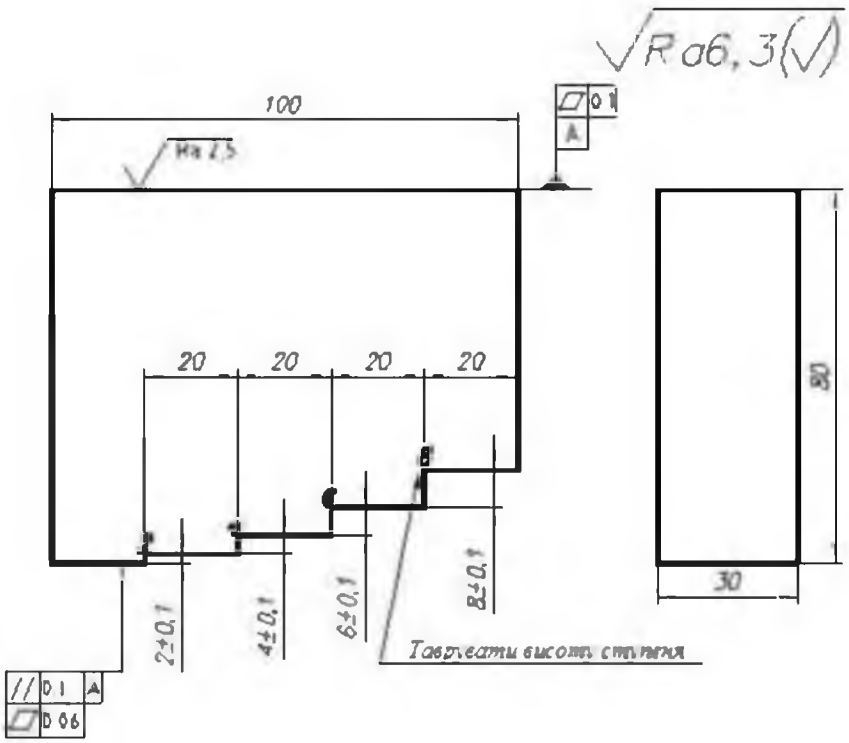


Рисунок 8.7 – Контрольний зразок для визначення осьової роздільної здатності ПД (матеріал – Ст3)

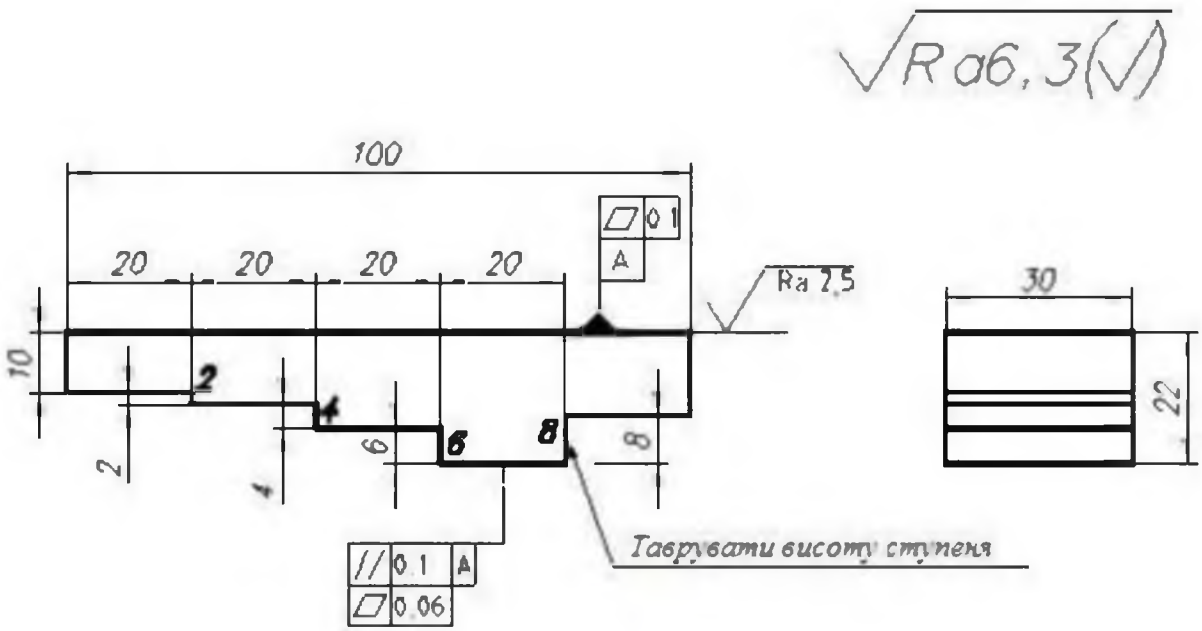
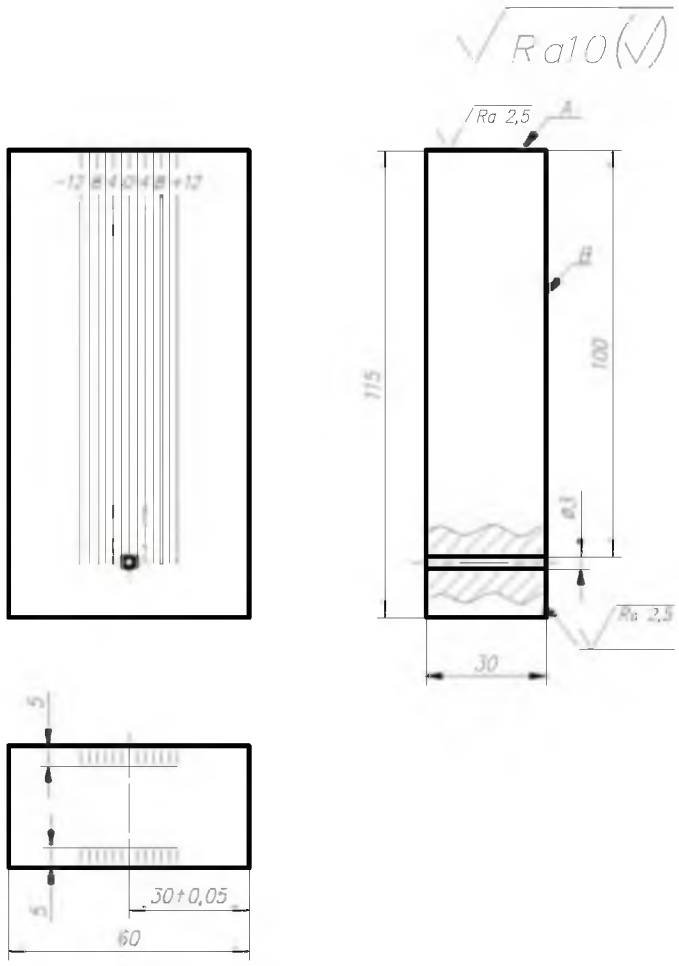


Рисунок 8.8 – Контрольний зразок для визначення осьової роздільної здатності ДД (матеріал – Ст3)



Примітка. На поверхні А і В нанести риски глибиною не більше 0,05 мм, відстань між рисками 2 мм; на поверхні В навпроти рисок клеймити відстань від риски «0» в мм.

Рисунок 8.9 – Контрольний зразок для визначення відхилення осі пучка променів ПД і КД

8.16 Кожен зразок повинен мати маркування з реєстраційним або заводським номером і паспорт або формуляр, куди вносять результати метрологічного калібрування/повірки, або «Свідоцтво про відомчу повірку».

У паспорті або формулярі на контрольний зразок і ЕЗ мають вказуватися реєстраційний номер, його призначення (контрольний чи ЕЗ), результати метрологічного підтвердження зразка, підписи представника метрологічної служби. Для ЕЗ мають бути прикладені кресленики на виготовлення зразка та схема ходу променів у процесі його використання. Усі зразки мають зберігатися у спеціально відведеному місці.

8.17 Калібрувальні, контрольні і ЕЗ метрологічно підтверджуються на відсутність в металі зразків внутрішніх дефектів, відповідність марки металу вимогам кресленика для контрольних зразків і вимогам п. 8.18 цього стандарту для ЕЗ, а також на відповідність геометричних розмірів та шорсткості поверхні вимогам кресленика.

Калібрувальним, контрольним і ЕЗ проводять за встановленою процедурою періодичне метрологічне підтвердження в метрологічних підрозділах ВП. У разі неможливості метрологічного підтвердження силами метрологічних підрозділів ВП, калібрування (або перевіряння метрологічних характеристик, тощо) засобів вимірювальної техніки можуть виконувати наукові метрологічні центри, державні підприємства, які належать до сфери управління Мінекономіки, метрологічні центри та калібрувальні лабораторії, акредитовані національним органом України з акредитації.

Під час періодичного метрологічного підтвердження контрольних, еталонних та калібрувальних зразків перевіряють їх зовнішні геометричні розміри та розміри відбивачів (при можливості прямого заміру) і стан їхніх поверхонь.

Періодичність метрологічного підтвердження ЕЗ, контрольних зразків та калібрувальних зразків повинна бути не менше одного разу на 24 місяця.

8.18 ЕЗ повинні бути виготовлені з матеріалу з тими ж акустичними властивостями та мати таку саму шорсткість поверхні, що й контрольовані зварні з'єднання та наплавлення. В них не має бути несуцільностей, які виявляються методами УЗК. Допускаються такі відмінності стосовно властивостей зразка та зварного з'єднання або наплавлення:

за швидкістю звуку	±5%
за акустичним імпедансом	±5%
за коефіцієнтом згасання	±20%
за параметром шорсткості Ra контрольованої поверхні	2,5 мкм
за донними сигналами у випадку однакової товщини	4 дБ

Якщо відмінність донного луна-сигналу при однаковій товщині 4 дБ, згасання не перевіряється.

Ширина ЕЗ повинна бути більше розміру датчика та забезпечувати відсутність впливу відбиття від бокових поверхонь на амплітуду луна-сигналу від еталонного відбивача.

Для відхилень кутових і лінійних розмірів еталонних відбивачів встановлюються такі допустимі значення:

$\pm\ 0{,}30^0$ для кута між плоским дном отвору й віссю пучка променів датчика;

± IT 14 за ДСТУ ISO 286-1 для діаметра і $^{+0{,}05}_{-0{,}20}$ мм для ширини і висоти відбивача;

± 2,0° для кута між відбиваючою площиною кутового відбивача та поверхнею зразка.

На зразок рекомендується нанести маркування із зазначенням типорозміру ЕЗ, розмірів еталонних відбивачів, реєстраційного номеру зразка за журналом обліку.

8.19 У разі контролю циліндричних виробів із радіусом кривизни R менше 250 мм для опуклих і менше 500 мм для увігнутих поверхонь радіус кривизни поверхні ЕЗ має задовольняти вимогу:

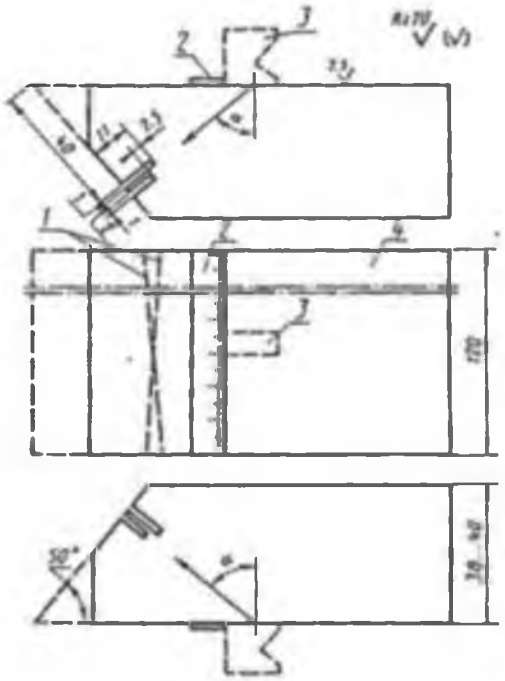
$$0{,}9R_{вир} \leq R_{зрз} \leq 1{,}2R_{вир}, \quad (6)$$

де $R_{вир}$ і $R_{зрз}$ – радіуси кривизни виробу і зразка відповідно, мм.

Допускається застосування ЕЗ із плоскими поверхнями для виробів із меншими радіусами кривизни, якщо експериментально підтверджено, що кривизна викликає зміну амплітуди вимірюваних сигналів не більше ±1 дБ.

8.20 Для забезпечення акустичного контакту датчиків, що мають криволінійну поверхню, з плоскою поверхнею контрольних зразків і ЕЗ використовується ванна з контактним середовищем, рівень якого перевищує максимальний зазор між поверхнями датчика та зразка. При цьому чутливість виявлення апаратури не перевіряється.

8.21 Перевірку частоти УЗ-коливань проводять прямим вимірюванням на спектроскопі або осцилоскопі. Дозволяється визначати частоту УЗ-коливань не прямим методом на зразку СО-4 (див. рис. 8.10). Відхилення значення частоти датчика не має перевищувати 10% від паспортного значення, якщо більш жорстких вимог не встановлено в документації на датчик.



1-пази; 2-лінійка; 3-датчик; 4-блок зі Ст 20 або Ст 3; різність глибини пазів на кінцях зразка

Примітка. Контрольний зразок СО-4 застосовують для вимірювання довжини хвилі (частоти), яка збуджується датчиками з кутами α променю від 40 до 65° та частотою від 1,25 МГц до 5,00 МГц.

Рисунок 8.10– Контрольний разок СО-4 для вимірювання довжини та частоти УЗ коливання датчиків

Довжину хвилі λ (частоту *f*) визначають інтерференційним методом за усередненим значенням ΔL відстаней ΔL, між чотирма найближчими до центру зразка екстремумами амплітуди луна-сигналу від паралельних пазів з глибиною, що плавно змінюється, за такими формулами:

$$\lambda = 2tg\,\gamma\Delta L \qquad (7)$$

де-γ – кут між відбиваючими поверхнями пазів, рівний $\gamma = arctg\ \left(\frac{2h}{l}\right)$.

Частоту *f* визначають за формулою:

$$f = c_1/\lambda_1 \qquad (8)$$

де c_1 – швидкість розповсюдження поперечної хвилі у матеріалі зразка, м/с.

8.22 Для контролю осьової роздільної здатності використовуються контрольні зразки СО-1, калібрувальні зразки V1 або контрольні зразки (див. рис. 8.7, рис. 8.8). Контроль здійснюється шляхом встановлення датчика над східчастим заглибленням зразка, або над межею розподілу двох ступенів зразка (див. рис. 8.7, рис. 8.8). Акустичний екран ДД розміщують перпендикулярно до грані ступеня. Осьову роздільну здатність визначають за висотою ступеня, на якому спостерігають два окремих сигнали. Отримані сигнали вважають окремими, якщо вони розділяються на рівні не менше 6 дБ від максимуму за однакової амплітуди луна-сигналів від двох сусідніх ступенів.

Значення роздільної здатності вираховується за формулою:

$$\Delta r \leq 2{,}0 \cdot \lambda \qquad (9)$$

де λ- довжина хвилі.

Запропонований критерій вираховується із формули:

$$\Delta r = c\tau/2 \approx c \cdot 3\ T/2 = 3\ c/3f \approx (1{,}5 \div 2{,}0)\ \lambda \qquad (10)$$

де c – швидкість хвилі;

τ – тривалість імпульсу передавача;

T – період коливань;

f – частота.

8.23 Перевірку мертвої зони проводять за боковим отвором діаметром 2 мм на відстанях 3 мм і 8 мм від поверхонь для СО-2 або за боковими отворами діаметром 1,5 мм на відстані 15 мм і діаметром 50 мм на відстанях 5 мм і 10 мм від поверхонь введення V1. При цьому мертвою зоною вважається мінімальна відстань від точки падіння до бокового отвору, якщо луна-сигнал від нього розділяється із імпульсом передавача на рівні не менше 6 дБ.

Для встановлення більш точного значення мертвої зони у ЕЗ робляться плоскодонні отвори, розташовані на різних відстанях від поверхні, діаметр яких відповідає контрольному рівню.

8.24 Відхилення осі пучка променів ПД від нормалі до робочої поверхні визначають за допомогою контрольного зразка (див. рис. 8.9) таким чином:

1) Визначають вказівну точку датчика як геометричний центр датчика, для чого проводять дві взаємно перпендикулярні лінії на його робочій поверхні (для датчика з круглим перетворювачем – діаметри, для датчика з прямокутним перетворювачем – середні лінії, паралельні більшій і меншій сторонам перетворювача). Точка перетину ліній є геометричним центром датчика. На боковій поверхні датчика відмічають рисками точки перетину ліній із боковою поверхнею.

Примітка. Якщо форма або положення пластини у датчику невідомі, то положення центра датчика визначають за СО-3. В положенні датчика, яке відповідає максимуму луна-сигналу, відмічають

лінію на датчику, що перебуває над віссю зразка. Потім вимірювання повторюють із повертанням датчика на 90° навколо вісі.

2) Датчик встановлюють на контрольний зразок (поверхню А) і визначають максимальне значення луна-сигналу від отвору.

Датчик встановлюють так, щоб одна з ліній, яка проходить через геометричний центр, була перпендикулярною до бокової поверхні зразка. Друге вимірювання проводять із повертанням датчика на 90°.

3) Для кожного положення датчика вимірюють відхилення кута введення за поділкою шкали L1 (мм), розташованою під відповідною рискою на боковій поверхні датчика.

Кут відхилення ($\Delta\alpha$) розраховують за формулою:

$$\Delta\alpha = (L1 / r) \times (180 / \pi), \qquad (11)$$

де r = 100 мм. Відхилення осі пучка променів від нормалі до поверхні повинно бути не більше двох градусів.

8.25 Фокусну відстань ДД перевіряють за допомогою контрольного зразка (див. рис. 8.6). Для цього датчик встановлюють на контрольовану поверхню зразка та переміщують до отримання максимального донного сигналу, враховуючи затухання у контрольному зразку. Фокусну відстань приймають рівною товщині відповідного ступеня. Допускається перевіряти фокусну відстань згідно з пунктами 7.10 та 7.11 ДСТУ EN 22232-2.

8.26 Вказівна точка датчика КД визначається за відбиттям від увігнутих циліндричних поверхонь контрольних зразків СО-3, калібрувальних зразків V1, V2. Радіус кривизни поверхонь R повинен бути більше довжини ближнього поля датчика.

Датчик, орієнтований паралельно боковим поверхням зразка, переміщують до отримання максимуму луна-сигналу. Вказівна точка датчика розташовується над відміткою, що відповідає вісі радіусу кривизни зразка.

8.27 Кут променю визначається за відбиттям від отвору діаметром 6 мм СО-2, 50 мм або 1,5 мм у V1 і 5 мм у V2 за максимумом луна-сигналу. Відстань до отвору повинна бути більше довжини ближнього поля датчика. Кут променю відповідає відмітці на шкалах, нанесених на бокових поверхнях зразків. Датчик повинен бути орієнтованим паралельно боковим поверхням зразка, а відстань від відбивача до датчика повинна бути більше довжини його ближнього поля.

Відхилення кута променю від номінального значення має бути не більшим ніж зазначене в документації на конкретний датчик або серію датчиків.

У випадку відсутності даних про допустимі відхилення кута променю від номінального значення в документації на конкретний датчик або серію датчиків допускається використовувати нижченаведені значення:

- для кута введення до 60° ± 1,5°;
- для кута введення понад і рівного 60° ± 2,0°.

8.28 Відхилення осі пучка променів КД від площини падіння перевіряється за допомогою контрольного зразка (див. рис. 8.9) за відбиттям від кута, що утворюється отвором діаметром 3 мм з боковою поверхнею зразка. Використовується або пряме, або багаторазове відбиття таким чином, щоб шлях ультразвуку в зразку був більшим за довжину ближнього поля. Датчик переміщують по поверхні В, на якій нанесені риски, орієнтуючи його паралельно рискам. Спочатку датчик переміщують уздовж риски «**0**» до досягнення максимуму луна-сигналу, потім переміщують в боки «+» і

«–» до отримання абсолютного максимуму. Кут відхилення (Δα) розраховується за формулою (11), де r – шлях ультразвуку в зразку.

Відхилення осі пучка променів КД від площини падіння не повинно бути більше двох градусів.

8.29 Номінальні значення контрольованих згідно з 8.21 – 8.28 параметрів УЗ-апаратури та їхні допустимі відхилення встановлюються у технічній документації на апаратуру або у ВД на контроль.

9 ПІДГОТОВКА ДО ПРОВЕДЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ

9.1 Загальні вимоги

9.1.1 Контроль здійснюється за технологічними картами контролю.

9.1.1.1 ТКК повинні відповідати вимогам цього стандарту (приклад оформлення ТКК наведений у додатку А).

ТКК повинні містити таку інформацію:

– ескіз, типорозмір і категорія зварного з'єднання;

– ступінь доступності для контролю;

– схема і напрямок прозвучування;

– ширина зони зачищання;

– частота,кут променю, тип хвилі;

– параметри сканування (швидкість, крок і довжина сканування);

– дані про апаратуру та датчики;

– дані про способи налаштування діапазону часової розгортки та чутливості дефектоскопа;

– критерії оцінювання якості зварного з'єднання та наплавлення;

– додаткова необхідна інформація.

9.1.1.2 ТКК розробляються спеціалістами підрозділу контролю металу. Кожна ТКК повинна бути підписана розробником технології, керівником підрозділу контролю металу із зазначенням дати і мати обліковий номер. Допускається також використовувати типові ТКК, розроблені та погоджені згідно з діючим у АТ «НАЕК «Енергоатом» порядком.

9.1.1.3 Вибір схем прозвучування, параметрів контролю здійснюють згідно з вимогами відповідних розділів цього стандарту.

9.2 Вибір параметрів контролю зварних з'єднань

9.2.1 Схеми контролю, напрямок прозвучування, характеристики датчиків у разі контролю стикових, кутових і таврових з'єднань трубопроводів, посудин і листових конструкцій вибирають за табл. 1, табл. 2 і рис. 5.2, рис. 5.3, рис. 9.1, виходячи із необхідності забезпечення прозвучування центральним променем усього перерізу зварного з'єднання з урахуванням його товщини і конструкції.

9.2.2 Вибір параметрів контролю для стикових зварних з'єднань проводять відповідно до 9.2.2.1- 9.2.2.6.

9.2.2.1 Стикові зварні з'єднання з товщиною менше 60 мм, у тому числі кільцеві шви трубопроводів і посудин із внутрішнім діаметром трубопроводів менше 800 мм, контролюють з однієї поверхні прямим і одноразово відбитим променями (див. рис. 5.2б).

9.2.2.2 Стикові зварні з'єднання з товщиною більше 60 мм у разі наявності доступу контролюють прямим променем із двох поверхонь з обох боків шва за схемою,

наведеною на рис. 5.2а.

9.2.2.3 Стикові зварні з'єднання з видаленою опуклістю контролюють додатково ПД або ДД, який вибирають за таблицею 2.

9.2.2.4 Проведення контролю з одного боку з однієї поверхні одноразово відбитим променем допускається у випадках, коли конструкція зварного з'єднання або основний метал одного з елементів не дозволяють провести контроль з обох боків (поверхонь) з'єднання, наприклад, з'єднання труб з литими деталями або наявність несуцільностей в основному металі. Наявність несуцільностей має бути зафіксована у звітній документації.

9.2.2.5 Повздовжні стикові зварні з'єднання циліндричних конструкцій контролюють із урахуванням вказівок, наведених у додатку Б.

9.2.2.6 Зварні з'єднання секторних відводів контролюють аналогічно, як і стикові зварні з'єднання труб, з урахуванням вимог розділу 5.2.

9.2.3 Вибір параметрів контролю стикових зварних з'єднань з антикорозійним наплавленням проводять відповідно до 9.2.3.1-9.2.3.3.

9.2.3.1 Контроль проводять двома КД лише прямим променем з кутами введення $45°^{+5°}$ і $65°^{+5°}$, а також ПД.

9.2.3.2 Кореневу зону зварних з'єднань трубопроводів головного циркуляційного трубопроводу Ду-850 рекомендується контролювати методом тандем відповідно до додатку В.

Таблиця 1 –Кут променю і частоти КД залежно від номінальної товщини зварного з'єднання

Номінальна товщина зварного з'єднання, мм	Частота, МГц	Кут променю в процесі контролю, град.	
		прямим променем	одноразово відбитим променем
Від 5,5 до 9 включно	від 4 до 6	70^{+5}	70^{+5}
Понад 9 до 12 включно	від 4 до 6	65^{+5}	65^{+5}
Понад 12 до 20 включно	від 2,5 до 5	65^{+5}	65^{+5}
Понад 20 до 40 включно	від 2,5 до 4	65^{+5}	45^{+5}
Понад 40 до 60 включно	від 1,8 до 4	65^{+5}	45^{+5}
Понад 60 до 100 включно	від 1,8 до 2,5	60^{+5} 45^{+5}	не допускається
Понад 100 до 200 включно	від 1,25 до 2,25	60^{+5} 45^{+5}	не допускається
Понад 200	від 1,25 до 2,25	60^{+5} 45^{+5}	не допускається

Примітка 1. Зварні з'єднання товщиною більше 60 мм контролюють датчиком з кутами введення $60°^{+5°}$ лише прямим променем на глибину до 60 мм.

Примітка 2. Для плакованих зварних з'єднань товщиною від 20 мм до 60 мм додатково застосовуються датчики із кутом введення $45°^{+5°}$.

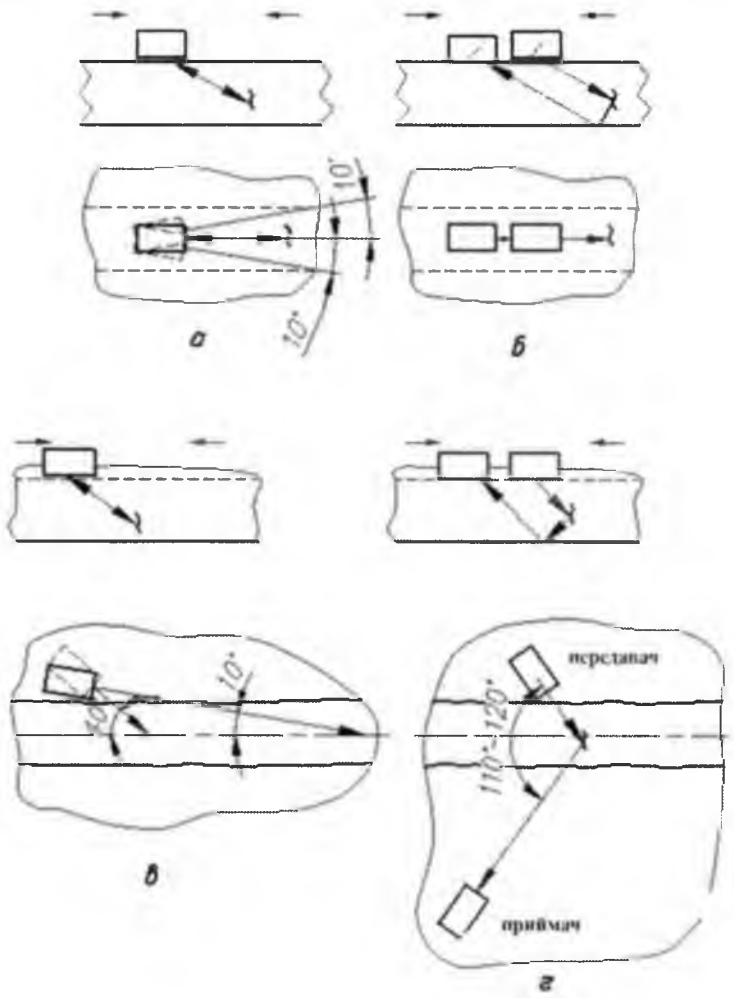
Примітка 3. Допускається для підвищення доступності для контролю застосовувати додаткові датчики та інші схеми контролю.

Примітка 4. Під час вибору датчика слід враховувати величину стріли датчика з метою забезпечення контролю кореня зварного з'єднання прямим променем.

Примітка 5. Під час вибору датчика на фазованих решітках слід враховувати кути введення, рекомендовані виробником.

Таблиця 2 – Частота і тип прямопроменевого датчика залежно від номінальної товщини зварного з'єднання

Номінальна товщина зварного з'єднання, мм	Тип датчика	Частота, МГц
До 20 включно	ДД	від 4 до 6
Понад 20 до 40 включно	ДД	від 2,5 до 4,0
Понад 40 до 60 включно	ДД	від 1,8 до 4,0
Понад 60	ПД	від 1,25 до 2,5



а, в – контроль датчиком з одним перетворювачем; б – контроль методом тандем; г – контроль за стредл-схемою.

Рисунок 9.1 – Схеми контролю на поперечні тріщини зварних з'єднань із видаленою «а, б» і невидаленою «в, г» опуклістю стикового шва

9.2.3.3 Якість зони сплавлення контролюють відповідно до 9.4 цього стандарту.

9.2.4 Вибір параметрів контролю кутових і таврових зварних з'єднань проводять відповідно до 9.2.4.1- 9.2.4.5.

9.2.4.1 Кутові та таврові з'єднання контролюють за схемами, наведеними на рис. 5.3.

9.2.4.2 Кутові та таврові зварні з’єднання з товщиною стінки приварюваного елемента до 60 мм контролюють з боку елемента, що приварюють, прямим і відбитим променями (див. рис. 5.3б).

9.2.4.3 Кутові та таврові зварні з’єднання з товщиною стінки приварюваного елемента понад 60 мм контролюють прямим променем за схемою, наведеною на рис. 5.3в.

9.2.4.4 Кутові та таврові зварні з’єднання посудин і листових конструкцій з товщиною стінки більше 16 мм, а також шви приварки штуцерів з товщиною більше 60 мм при відношенні товщини основного та приварюваного елемента, що забезпечує задану чутливість, контролюють ПД або ДД з боку основного елемента (при технічній можливості), які обираються відповідно до таблиці 2.

Примітка: Під час контролю ПД зі сторони основного металу таврових зварних з’єднань (див. рис. 5.3а) необхідно перевірити можливість контролю та реалізації пошукової чутливості (реалізована чутливість) відповідно до додатку Г.

9.2.4.5 Кутові та таврові зварні з’єднання посудин зі штуцерами (патрубками) із внутрішнім діаметром 100 мм і більше з товщиною стінки 10 мм і більше контролюють із зовнішньої поверхні посудини зі встановленням датчика на приварюваний елемент за схемою, наведеною на рис. 5.3б.

9.2.5 Зварні з’єднання, вказані в таблиці 3, підлягають контролю на виявлення поперечних несуцільностей.

Таблиця 3 – Настанови щодо контролю на виявлення поперечних тріщин

Тип зварного з’єднання	Контрольована поверхня	Діаметр основного елемента, мм	Товщина основного елемента, мм	Схема контролю
Стикове без опуклості шва	Поверхня шва	300 і більше	34 і більше	рис. 9.1а або рис. 9.1б
Стикове з опуклістю шва	Поверхня основного металу навколошовної зони	800 і більше		рис. 9.1в або рис. 9.1г*[1]
Кутове і таврове з опуклістю шва	Поверхня основного металу з боку основного елемента (зона проекції шва плюс 10 мм)	800 і більше	34 - 60 *[2]	рис. 9.1а
	Поверхня основного металу з боку приварюваного елемента (патрубка)	800 і більше*[3]	60 і більше	рис. 9.1в

*[1] – Для швів із Х-подібною обробкою крайок бажаною є схема, наведена на рис. 9.1г.
*[2] – У разі відсутності доступу з боку основного елемента контроль проводять з приварюваного боку елемента, якщо його діаметр 800 мм і більше.
*[3] – Якщо діаметр приварюваного елемента менше 800 мм, контроль на виявлення поперечних дефектів не проводять.

9.2.5.1 Контроль стикових зварних з'єднань з видаленою опуклістю шва, а також швів кутових і таврових з'єднань (з боку основного елемента) проводять датчиком, орієнтованим уздовж шва у двох зустрічних напрямках на всю ширину контрольованої ділянки. У процесі сканування датчик повертають у секторі від 0° до 10° в обидва боки від повздовжньої осі шва. При цьому крок сканування вздовж шва не повинен перевищувати половини діаметра перетворювача датчика.

9.2.5.2 Контроль стикових зварних з'єднань, виконаних із опуклістю шва, а також кутових і таврових зварних з'єднань (з боку елемента, що приварюється) проводять суцільним скануванням КД в секторі від 10° до 40° відносно повздовжньої осі шва в навколошовній поверхні основного металу у двох зустрічних напрямках (див. рис. 9.1в).

При цьому крок сканування вздовж шва не повинен перевищувати половини діаметра перетворювача датчика.

9.3 Вибір параметрів контролю наплавлень на деталях і крайках

9.3.1 У разі контролю наплавлень із сталей перлітного класу перевіряють суцільність наплавлення включно із прилеглим шаром основного металу товщиною 2 мм.

9.3.2 Наплавлення зі сталей перлітного класу на крайках контролюють на частоті від 2 МГц до 5 МГц:

– ДД з боку наплавлення і КД з кутами введення від 60° до 70° з боку основного металу товщиною менше 20 мм;

– КД з кутом введення від 60° до 70° і ДД з боку наплавлення, якщо товщина основного металу 20 мм і більше.

9.3.3 Допускається поєднувати контроль наплавлень зі сталей перлітного класу та готових зварних з'єднань.

9.3.4 У випадку контролю наплавлень зі сталей аустенітного класу оцінюють суцільність зони сплавлення наплавлення з основним металом.

9.3.5 Наплавлення із сталей аустенітного класу на крайках контролюють ДД на частоті від 2 МГц до 5 МГц з боку наплавлення.

Якщо такий контроль неможливий, наплавлення контролюють з боку основного металу КД з кутами введення, що забезпечують нормальне (± 2,5°) падіння УЗ-променя на лінію сплавлення.

9.3.6 Підсилювальні наплавлення контролюють ДД на частоті від 2 МГц до 5 МГц з боку робочої поверхні наплавлення.

9.3.7 У випадку виявлення при вибірці тріщин глибиною більше 4 мм рекомендується проконтролювати наплавлення ДГХ за методикою, наведеною в додатку Д.

9.4 Вибір параметрів контролю антикорозійного наплавлення зі сталей аустенітного класу

9.4.1 Наплавлення контролюють на частоті від 2 МГц до 5 МГц:

– якщо товщина основного металу менше 40 мм – ДД з боку основного металу, а у випадку неможливості контролю – з боку наплавлення;

– якщо товщина основного металу 40 мм і більше – ПД з боку основного металу, а у випадку відсутності доступу – ДД з боку наплавлення.

9.4.2 Якщо сумарна площа ділянок, доступних для контролю з боку основного

металу, менше 1/3 загальної площі наплавлення, тоді контроль зазначених ділянок допускається проводити з боку наплавлення.

9.4.3 Якщо непаралельність поверхні основного металу в зоні сплавлення перевищує φ, тоді відповідно до встановлених у 5.2.4 ступенів доступності для контролю можуть бути застосовані спеціальні датчики, які забезпечують нормальне падіння УЗ-променя на поверхню зони сплавлення. Допускається контроль через наплавлення на поверхні виробу.

10 ПРОВЕДЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ

10.1 Ознайомлення з об'єктом контролю

10.1.1 Перед початком контролю персонал з НК зобов'язаний:

– отримати завдання (заявку) на контроль із зазначенням типу і номера зварного з'єднання, наплавлення та їх розташування на контрольованому об'єкті (вузлі, трубопроводі), об'єму контролю, типорозмірів зварних з'єднань і наплавлень, номера кресленика і переліку конструктивних відхилень, які впливають на доступність з'єднання для контролю;

– ознайомитися з ТКК, технологічним процесом, конструкцією й особливостями технології виконання зварних з'єднань і наплавлень, а також із ВД, в якій зазначені допущені відхилення від встановленої технології і результати попереднього контролю, проведеного відповідно до вимог 5.1.4;

– переконатися в тому, що підготовлена під контроль поверхня відповідає вимогам 5.2.8 – 5.2.10;

– переконатися, що довжина циліндричної частини розточки прямої ділянки зварного з'єднання задовольняє вимоги 5.2.7;

– оцінити можливість контролю всього обсягу зварного з'єднання прямим і одноразово відбитим променями відповідно до 5.2.11.

10.2 Розмітка об'єкту контролю

10.2.1 Об'єкт контролю повинен бути розміченим. На всіх стадіях проведення УЗК повинно бути забезпечено відтворення розмітки.

10.2.2 Розмітка передбачає позначення меж шва і наплавлення, розбивку на ділянки довжиною менше або рівною 500 мм і їх маркування. Розмітка повинна відповідати розмітці для радіографічного контролю, якщо такий передбачений ВД.

10.2.3 Кільцеві зварні з'єднання трубопроводів рекомендується розбивати на ділянки за аналогією з годинниковим циферблатом, а напрямок руху середовища вважати таким, що входить в циферблат.

10.2.4 Антикорозійне наплавлення рекомендується розмітити на ділянки площею менше або рівною 0,25 м^2 і більшою стороною менше або рівною 1 м.

10.2.5 Кутові зварні з'єднання штуцерів (патрубків) рекомендується розмічати відповідно до рисунка 10.1.

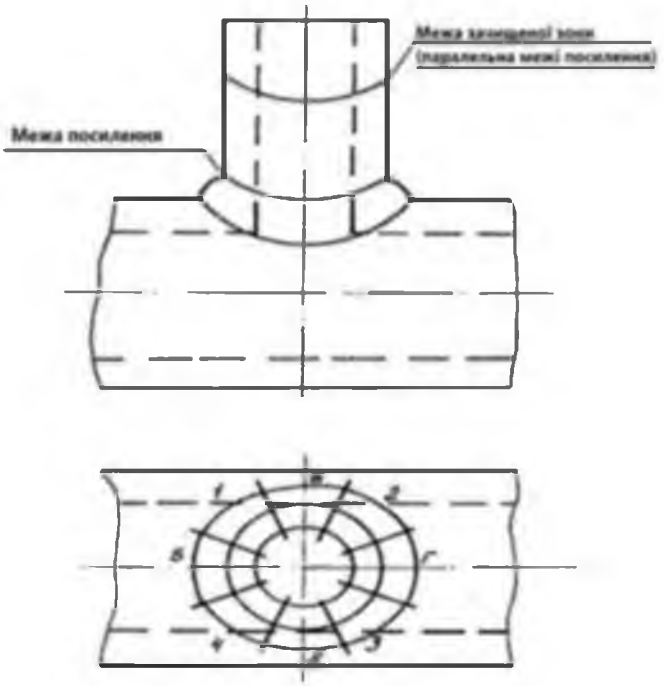


Рисунок 10.1 - Схема розмітки кутового зварного з’єднання на сектори

10.3 Послідовність технологічних операцій контролю

10.3.1 Контроль зварних з’єднань і наплавлень проводять у такій послідовності:

– налаштовують діапазон часової розгортки дефектоскопа;

– налаштовують глибиномір дефектоскопа;

– встановлюють рівні чутливості (опорний, пошуковий, контрольний і бракувальний);

– проводять сканування, виходячи з групи контролепридатності виробу;

– у разі появи луна-сигналу від несуцільності визначають його максимум;

– переконуються, що отриманий сигнал не є хибним сигналом відповідно до додатка Н, або приймають рішення щодо використання інших схем прозвучування, методів контролю;

– якщо луна-сигнал не досягає контрольного рівня чутливості, то продовжують сканування. Якщо луна-сигнал дорівнює або перевищує контрольний рівень, то вимірюють і записують характеристики несуцільностей;

– оцінюють допустимість несуцільностей і якість зварного з’єднання або наплавлення шляхом порівняння виміряних значень характеристик із вимогами НД з оцінки якості;

– фіксують результати контролю.

10.4 Налаштування апаратури

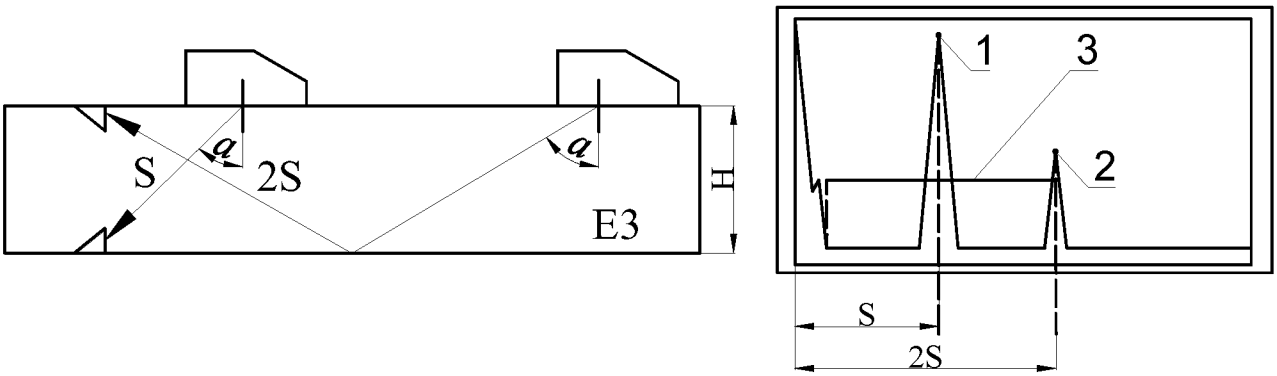
10.4.1 Схеми налаштування діапазону часової розгортки та глибиноміра наведено на рисунках 10.2-10.3

10.4.1.1 Налаштування діапазону часової розгортки слід робити, аби сигнали від відбивачів у будь-якому місці зварного з’єднання перебували в межах екрана дефектоскопа.

10.4.1.2 Налаштування діапазону часової розгортки у випадку контролю зварних з'єднань товщиною менше 12 мм рекомендується проводити за кутовим відбивачем у ЕЗ згідно зі схемою, наведеною на рис. 10.2.

10.4.1.3 Налаштування діапазону часової розгортки у випадку контролю зварних з'єднань товщиною 12 мм і більше проводять за глибиноміром дефектоскопа. При цьому межі робочої зони екрана (контролю) встановлюються за значеннями мінімально і максимально можливої глибини залягання несуцільностей.

Примітка. У разі контролю прямим променем глибину залягання несуцільності вимірюють як відстань від зовнішньої поверхні, а у разі контролю одноразово відбитим променем – як суму товщини стінки та відстані від внутрішньої поверхні з'єднання до несуцільності.



$$S = \frac{H}{\cos\alpha}$$

H – номінальна товщина ЕЗ; α – кут променю; S – шлях УЗ-хвилі в ЕЗ від вказівної точки датчика до «нижньої» зарубки; 2S - шлях УЗ-хвилі в ЕЗ від вказівної точки датчика до «верхньої» зарубки; 1 – максимальний луна-сигнал від «нижньої» зарубки, отриманий на прямому промені; 2 – максимальний луна-сигналу від «верхньої» зарубки, отриманий на одноразово відбитому промені; 3 – контрольована ділянка.

Рисунок 10.2 – Схема налаштування діапазону часової розгортки за кутовими відбивачами

10.4.1.4 Налаштування глибиноміра проводять відповідно до інструкції з експлуатації дефектоскопа за донними луна-сигналами, увігнутої поверхні зразка Міжнародного інституту зварювання, або за ЕЗ із отворами на різній глибині.

10.4.1.5 У разі контролю зварних з'єднань товщиною менше 12 мм допускається не проводити налаштування глибиноміра, а глибину залягання несуцільності визначати за місцем розташування луна-сигналу на розгортці дефектоскопа.

10.4.1.6 Допускається налаштування діапазону часової розгортки за луна-сигналом від двогранного кута шліфованого прямокутного бруска, наприклад плитки Іогансона, зв'язаної із шліфованим торцем СО-2 через шар контактного середовища через постійний магніт (або повітряну присоску).

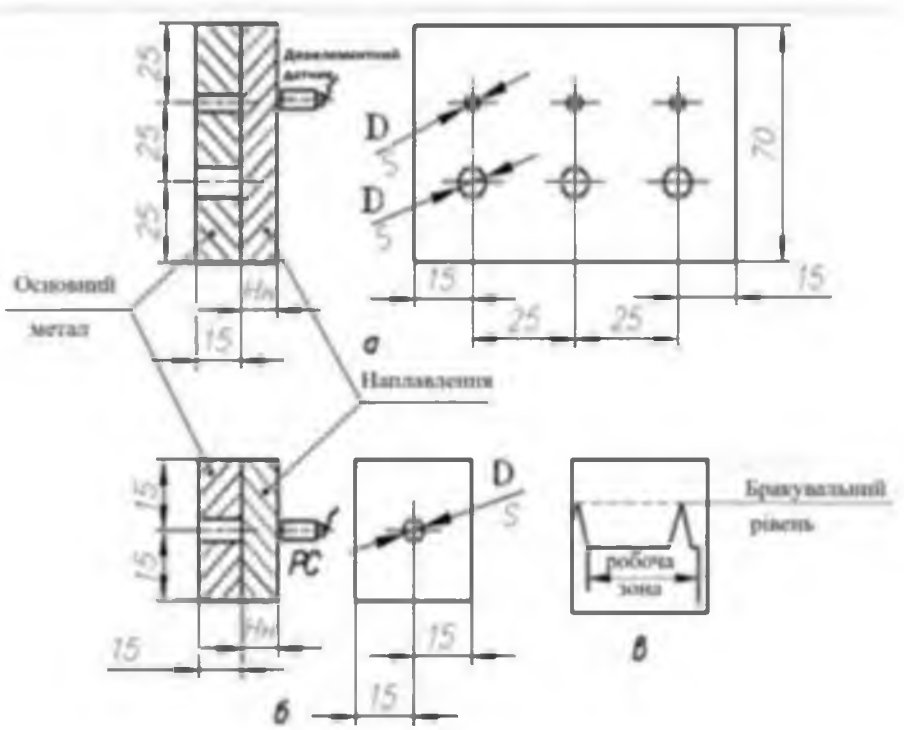
10.4.1.7 Діапазон часової розгортки у разі контролю наплавлення налаштовують за плоскодонними отворами у ЕЗ відповідно до схем, наведених на рис. 10.3 – рис. 10.5, або за донним сигналом.

10.4.1.8 У разі контролю зварних з'єднань товщиною 150 мм і більше налаштування глибиноміра слід проводити з урахуванням затухання УЗ-хвиль.

10.4.1.9 Для датчиків з кутом променю від 50° до 75° налаштування дефектоскопа та вимірювання фактичного кута введення рекомендується проводити за температури, що дорівнює тій, за якої проводиться контроль. У випадку відмінності

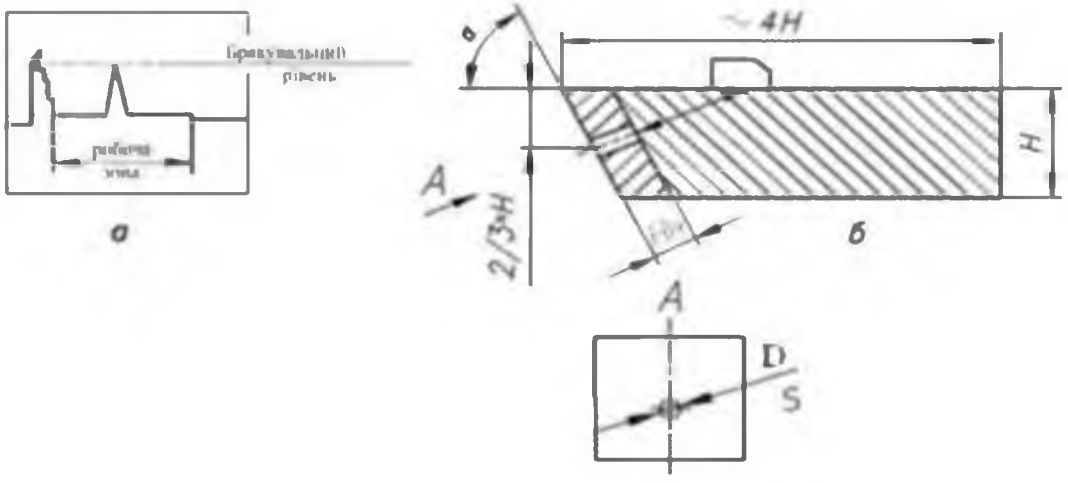
цих температур слід враховувати зміну кута введення. Температурні поправки кута променю для датчиків із клином з оргскла визначають за графіком, наведеним на рис. 10.6.

Для датчиків із комплекту ПРИЗ Д5 врахування температурних поправок не вимагається.



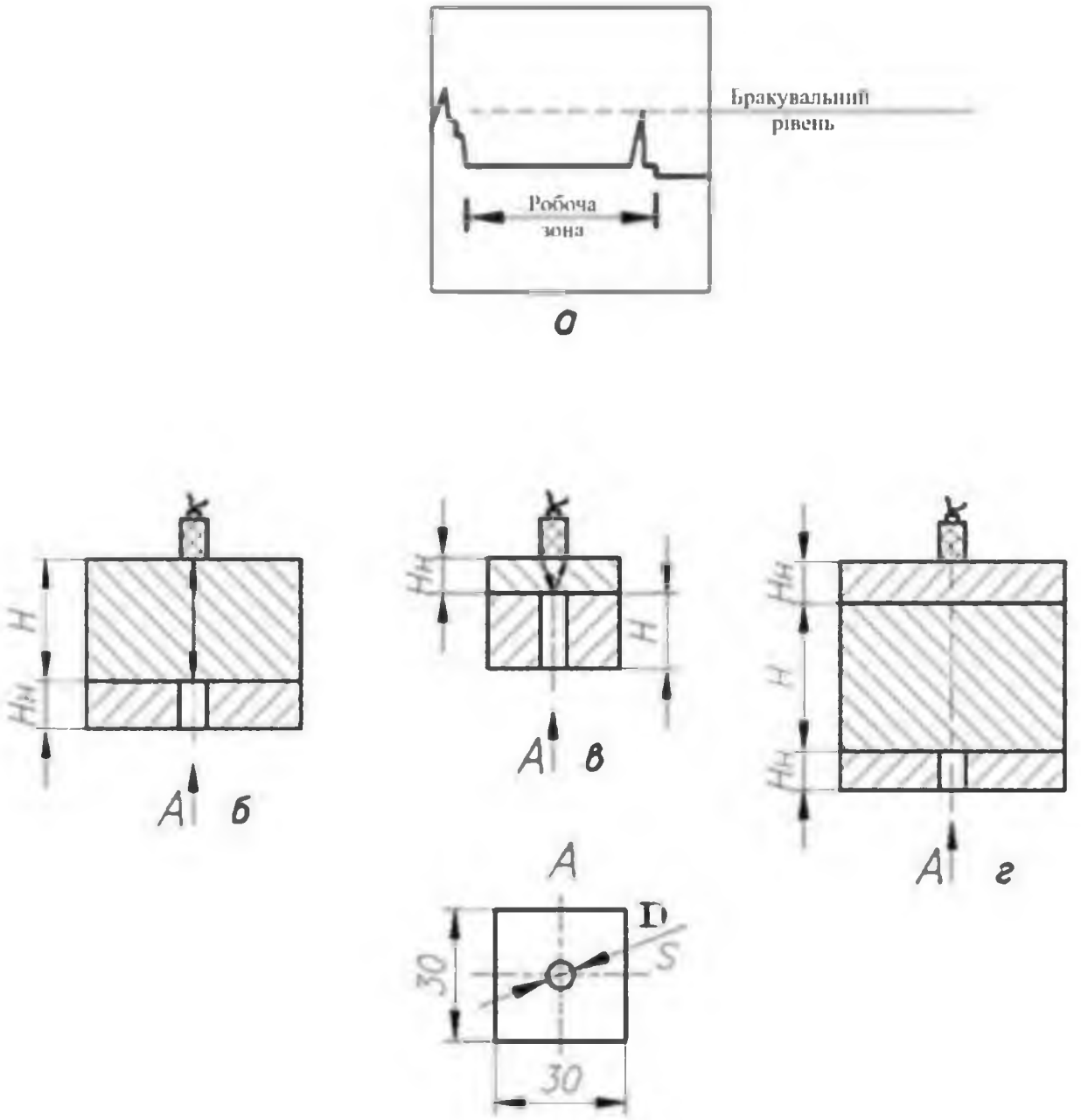
Нн – номінальна товщина наплавлення, мм; D – діаметр плоскодонного отвору, мм; S – площа дна плоскодонного отвору, мм^2 (D і S – маркувати).

Рисунок 10.3 – ЕЗ для контролю ДД наплавлення крайок із сталей перлітного «а» і аустенітного «б» класу і схема налаштування дефектоскопа «в»



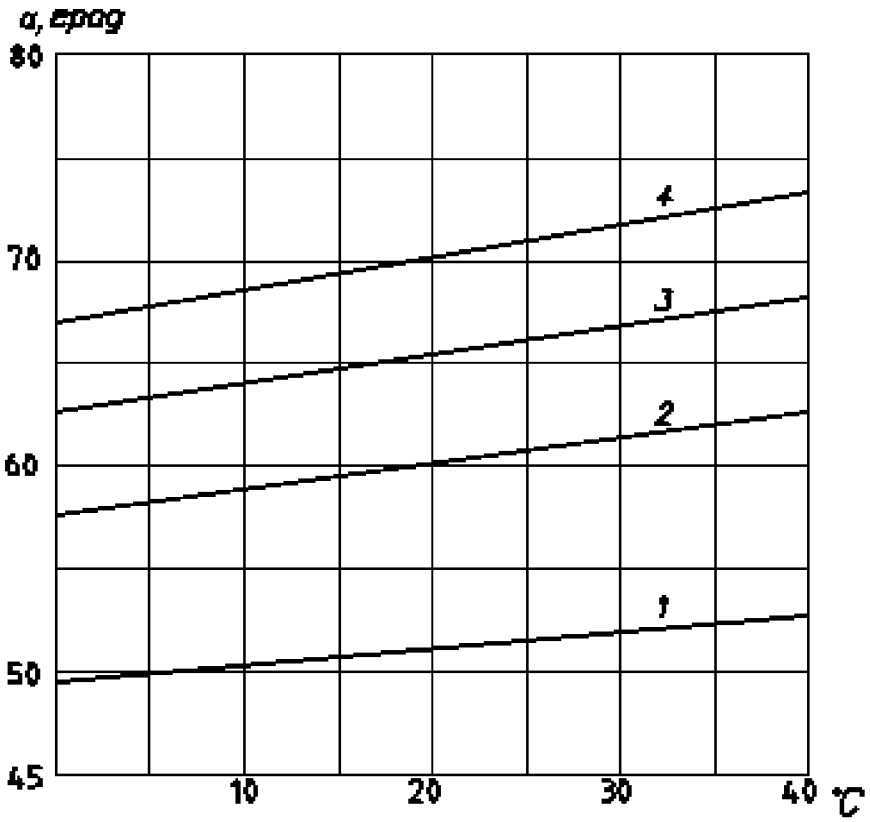
S – площа плоскодонного отвору, мм^2; D – діаметр плоскодонного отвору, мм; Н – товщина зразка, мм. Глибина плоскодонного отвору, мм, дорівнює номінальній товщині наплавлення Нн.

Рисунок 10.4 – Схема налаштування дефектоскопа «а»; ЕЗ для контролю наплавлення КД із сталей перлітного і аустенітного класу «б»



а – схема налаштування дефектоскопа; б – контроль з боку основного металу; в – контроль з боку наплавлення; г – контроль через наплавлення; D – діаметр плоскодонного отвору, мм; S – площа дна плоскодонного отвору, мм^2; Н – номінальна товщина основного металу, мм; Нн – номінальна товщина наплавлення, мм.

Рисунок 10.5 – ЕЗ для контролю антикорозійного наплавлення зі сталей аустенітного класу



1 – кут променю α = 51°; 2 –кут променю α = 60°; 3 – кут променю α = 65°; 4 – кут променю α = 70°.

Рисунок 10.6 – Залежність кута введення «α» від температури для датчика з номінальними кутами променю α = 51°; α = 60°; α= 65°; α = 70°

10.4.2 **Налаштування чутливості**

10.4.2.1 Налаштування чутливості проводиться з метою забезпечення виявлення несуцільностей, які підлягають фіксації.

10.4.2.2 Для налаштування чутливості встановлюють такі рівні (див. рис. 10.7):

а) бракувальний, за яким проводиться оцінка допустимості виявленої несуцільності за амплітудою луна-сигналу.

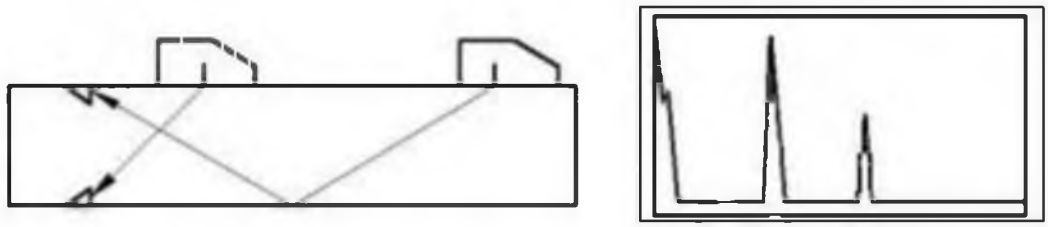
Бракувальний рівень (максимально допустима еквівалентна площа або розмір кутового відбивача) визначається НД з оцінки якості;

б) контрольний, за яким проводяться вимірювання характеристик виявлених несуцільностей і оцінювання їхньої допустимості за граничними значеннями характеристик (умовної протяжності, умовної висоті тощо).

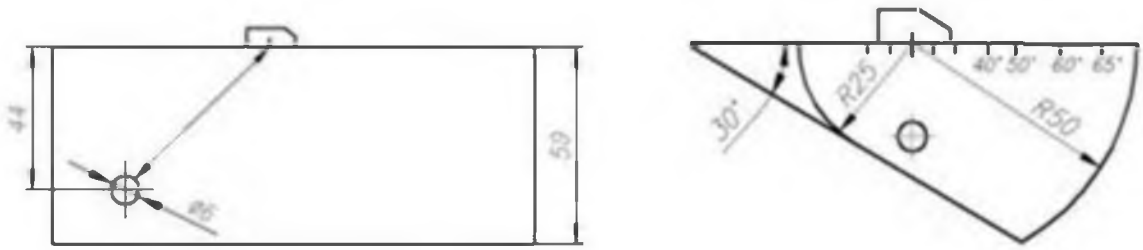
Контрольний рівень (найменша еквівалентна площа, що фіксується) встановлюється підвищенням чутливості відносно бракувального рівня на 6 дБ (якщо НД з оцінки якості не обумовлено інше значення);

в) пошуковий, за яким проводиться пошук несуцільностей. Пошуковий рівень встановлюється підвищенням чутливості відносно бракувального рівня на 12 дБ (якщо НД з оцінки якості не обумовлено інше значення);

г) опорний, за яким луна-сигнал від відбивача у зразку має задану висоту на екрані дефектоскопа.



а



б

а – у випадку контролю зварних з`єднань елементів номінальною товщиною менше 12 мм;
б – у випадку контролю зварних з`єднань елементів номінальною товщиною 12 мм і більше (АВД-діаграма).

Рисунок 10.7 – Схема отримання опорних сигналів

10.4.2.3 Бракувальний, контрольний і пошуковий рівні встановлюються окремо для кожної виявленої несуцільності залежно від глибини її залягання.

Допускається встановлювати одне значення пошукового рівня для контрольованого зварного з'єднання за максимально можливою глибиною залягання несуцільності.

Опорний рівень чутливості встановлюється відповідно до вимог Е.2.1 додатку Е. Допускається встановлювати опорний рівень шляхом фіксації опорного луна-сигналу, який отриманий від увігнутої донної поверхні зразків СО-3 або V1, опуклої поверхні від бокового отвору діаметром 5 мм у зразку V2 чи інших бокових отворів у контрольному зразку або плоскодонного отвору заданої еквівалентної площі з площиною відбивання, орієнтованою перпендикулярно до вісі введення ультразвукових хвиль.

10.4.2.4 Налаштування чутливості у разі контролю зварних з'єднань товщиною менше 12 мм проводять за кутовими відбивачами згідно з додатком Е.

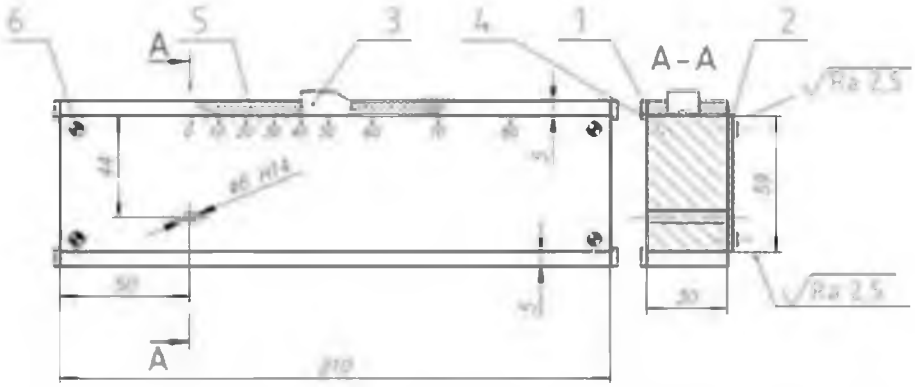
Допускається налаштовувати чутливість за вертикальним або горизонтальним циліндричним отвором, сегментом за умови відтворення нормативного рівня чутливості контролю із похибкою менше ± 1 дБ.

Крім того, допускається налаштування чутливості за двогранним кутом. При цьому різниця між сигналом від кута і нормативним рівнем чутливості повинна бути зазначена у ВД.

Також допускається налаштовувати чутливість для відповідного діапазону товщин за допомогою АВД-діаграми, яка вбудована в дефектоскоп, або за АВД-діаграмою, яка вказана в паспорті на відповідний датчик.

10.4.2.5 Для забезпечення акустичного контакту датчиків, які мають криволінійну робочу поверхню, з пласкою робочої поверхнею калібрувального зразка

роблять ванну з контактним середовищем, рівень якого перевищує максимальний зазор між робочими поверхнями датчика та калібрувального зразка (див. рис. 10.8).



1 – металічний блок; 2 – шкала; 3 – датчик; 4 – стінка ванни; 5 – контактне середовище; 6 – гвинт.

Рисунок 10.8 – Калібрувальний зразок №2 з ванною на робочій поверхні

10.4.2.6 Налаштування чутливості у випадку контролю зварних з'єднань номінальною товщиною 12 мм і більше проводять за додатком Е.

10.4.2.7 Допускається проводити налаштування чутливості і визначення еквівалентної площі (діаметра) виявлених несуцільностей за ЕЗ із плоскодонними отворами або іншими відбивачами у перерахунку до площі плоскодонного отвору (див. додаток Ж).

10.4.2.8 Допускається використання ЕЗ із плоскодонними отворами та сегментами, орієнтованими перпендикулярно до вісі введення ультразвукових хвиль, а також боковими отворами, еквівалентна площа яких відрізняється від регламентованих НД з оцінки якості, за умови коригування чутливості на величину ΔА.

$$\Delta A = 20 \lg\left(S_{\text{норм}} / S_{\text{зрз}}\right), \qquad (12)$$

де $S_{норм}$, мм^2, – площа плоскодонного отвору за нормативами НД з оцінки якості;

Sзрз, мм^2 – площа (еквівалентна) фактично виконаного відбивача в перерахунку до площі плоскодонного отвору;

$S_{зрз}$, мм^2 – площа плоскодонного отвору за нормативами НД з оцінки якості і фактично зробленого отвору у зразку відповідно.

При цьому величина ΔА не повинна перевищувати 12 дБ.

10.4.2.9 Для зварних з'єднань номінальною товщиною до 50 мм допускається проводити налаштування чутливості за кутовими відбивачами відповідно до Е.1 додатка Е.

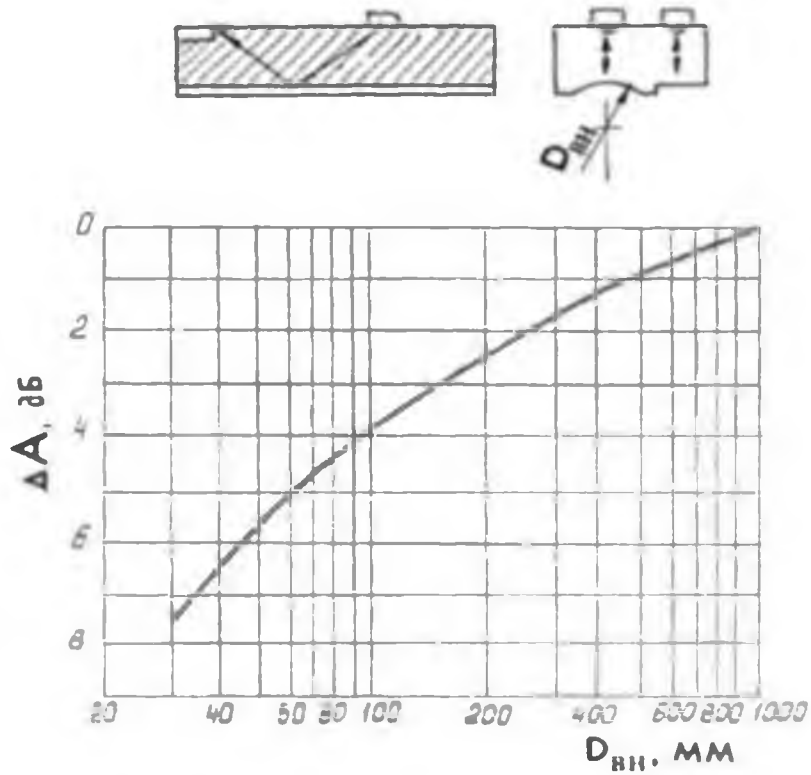
10.4.2.10 У випадку налаштування чутливості за двогранним кутом зразка замість площини, перпендикулярної до УЗ-променя, слід враховувати, що у процесі роботи з датчиками з кутами променю від 37° до 52° луна-сигнали від кута і площини однакові з точністю ± 0,5 дБ, а у процесі роботи з датчиками з кутом променю 65° луна-сигнал від кута менше луна-сигналу від площини на 10 ± 1 дБ.

Згладжування вершини кута шляхом знімання фаски (під кутом 45°) допускається в межах, що регламентуються табл. 4. При цьому спотворення луна-сигналу не повинно перевищувати ± 1 дБ.

Таблиця 4 – Максимально допустима ширина фаски $в_ф$ у вершині двогранного

кута зразка

Частота, МГц	($в_ф$ ± 1) мм за товщини зразка	
	від 70 мм до 120 мм	понад 120 мм
2 ± 0,5	1,5	3,0
4 ± 1	1,0	2,0



Dвн, мм – внутрішній діаметр трубних елементів; ΔА, дб – поправка на втрату чутливості.

Рисунок 10.9 – Поправка на втрати чутливості у випадку відбиття від донної поверхні кільцевих зварних з'єднань трубних елементів для датчиків з одним перетворювачем на частоту від 1,25 МГц до 5,0 МГц

10.4.2.11 У випадку контролю на повздовжні несуцільності кільцевих зварних з'єднань трубних елементів відбитим променем із налаштуванням за плоскопаралельними зразками або за опорними сигналами, отриманим прямим променем, слід враховувати втрати енергії на внутрішній циліндричній поверхні навколошовної зони контрольованого зварного з'єднання. Для цього вводять поправку ΔА, яка визначається експериментально або за графіком (див. рис. 10.9). Значення поправки округляється до найближчого цілого значення.

10.4.2.12 У випадку контролю наплавлення на крайках зварного з'єднання чутливість налаштовують за плоскодонними отворами (боковими отворами з урахуванням перерахунку до площі плоскодонного отвору) у ЕЗ або АВД-діаграмами. Приклади конструкцій ЕЗ для контролю наплавлення на крайках наведені на рис. 10.3а, рис. 10.3б і 10.4б, а схема налаштування швидкості розгортки і бракувальної чутливості – на рис. 10.3в і 10.4а.

10.4.2.13 У випадку контролю антикорозійного аустенітного наплавлення чутливість налаштовують за ЕЗ, наведеним на рис. 10.5, або АВД-діаграмами.

10.4.2.14 Глибина залягання дна отвору у ЕЗ за рис. 10.5б, 10.5в, 10.5г не

повинна відрізнятися від номінальної товщини наплавлення більше ніж на 1 мм за товщини наплавлення до 12 мм включно та 2 мм за більшої товщини. Товщина наплавлення та висота отвору у зразку, наведеному на рис. 10.5б, 10.5г, повинні дорівнювати мінімальній товщині наплавлення контрольованого виробу.

Зразки виготовляються з тих самих матеріалів і за тією ж технологією, що і контрольований виріб. Зразки, наведені на рис. 10.5б, допускається виготовляти із основного металу товщиною (Н + Нн) без наплавлення.

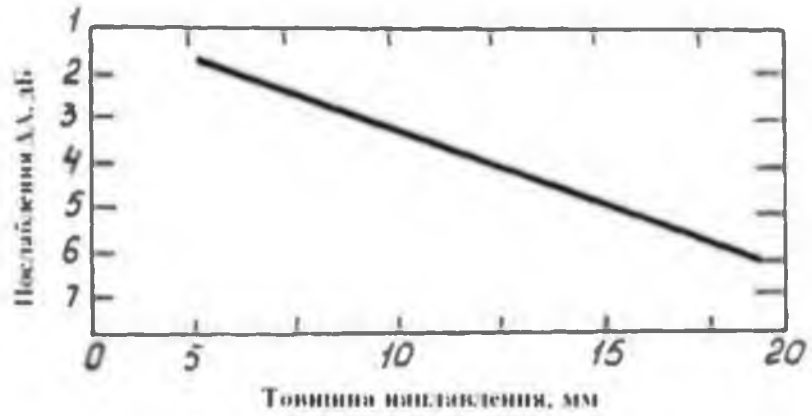
Зразки можуть бути виготовлені у вигляді фрагментів зразків, наведених на рис. 10.3.

10.4.2.15 Рекомендується проводити налаштування чутливості за Е3 у випадках контролю:

– ДД виробів товщиною від 4 мм до 10 мм;
– притертими датчиками.

10.4.2.16 У випадку роботи з дефектоскопами, що забезпечують вирівнювання луна-сигналів від рівновеликих несуцільностей у зоні контролю з точністю ± 1,5 дБ, налаштування чутливості проводять згідно з Е.3 додатку Е.

10.4.2.17 У разі налаштування та контролю ПД виробів, що мають аустенітне наплавлення на контактній поверхні об’єкта контролю, слід враховувати втрати чутливості у наплавленні (див. рис. 10.10).



f дорівнює від 1,8 МГц до 2,5 МГц (для f = 2,0 МГц затухання дорівнює 0,35 дБ/мм), де f – частота УЗ-коливань

Рисунок 10.10 – Послаблення ΔА донного сигналу за рахунок затухання у наплавленні з аустенітної сталі різної товщини у процесі контролю ПД

10.4.2.18 У випадку контролю КД допускається в якості опорних використовувати донні сигнали, отримані ПД на виробі або зразку. При цьому рекомендується застосовувати спеціальні датчики двостороннього випромінювання, а налаштування діапазону часової розгортки та чутливості проводити за методикою, викладеною у додатку Е.

10.4.2.19 У разі контролю зварних з’єднань методом тандем бракувальний рівень встановлюють відповідно до 10.4.2.2, а оцінювання еквівалентного діаметра (площі) виявленої несуцільності проводять за допомогою АВДТ-діаграми (додаток И, рис. И1) відносно опорного сигналу А∞, який отримують безпосередньо на виробі розгорнутими назустріч один одному датчиками (додаток И, рис. И1). Робочу зону розгортки встановлюють шляхом стробування опорного сигналу.

10.4.2.20 Налаштування чутливості апаратури та оцінювання несуцільностей у випадку контролю зварних з'єднань сферичних корпусів засувок трубопроводів Ду-100 – Ду-200 проводять згідно з додатком К.

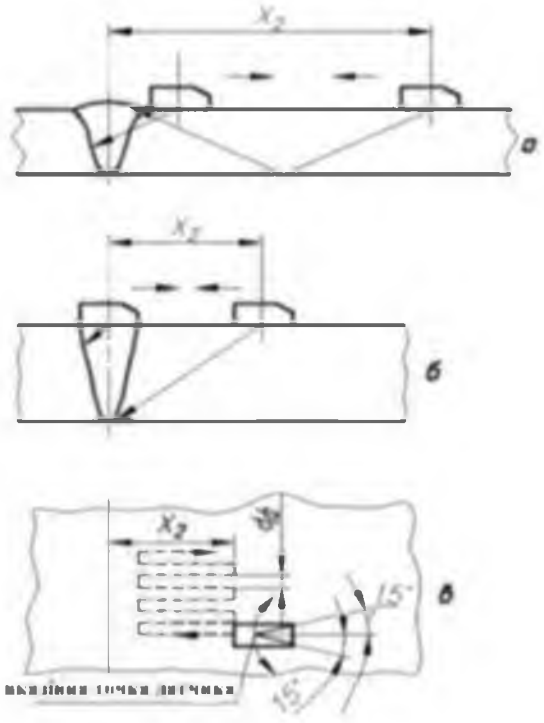
10.5 Сканування

10.5.1 Контроль проводять контактним методом, переміщуючи датчик по поверхні виробу вручну.

10.5.2 Контроль зварних з'єднань у разі повздовжнього (вздовж осі шва) сканування КД проводять шляхом його переміщення по поверхні зварних елементів паралельно вісі зварного шва з одночасним зворотно-поступальним переміщенням перпендикулярно до вісі (див. рис. 10.11в).

Контроль ПД проводять шляхом його зворотно-поступального переміщення по поверхні зварного з'єднання паралельно або перпендикулярно вісі шва.

а – у разі контролю зварних з`єднань товщиною менше 60 мм; б – у разі контролю зварних з`єднань товщиною 60 мм і більше; в – траєкторія сканування; X_2 – максимальне віддалення датчика від вісі



зварного з`єднання; d – діаметр (ширина) перетворювача датчика.

Рисунок 10.11 – Схеми сканування зварного з'єднання

10.5.3 Величина кроку сканування не повинна перевищувати половини діаметра датчика.

10.5.4 Контроль антикорозійного наплавлення як з боку основного металу, так і з боку наплавлення проводять шляхом покрокового сканування перпендикулярно до наплавлених валиків із кроком не більше половини діаметра (ширини) датчика.

10.5.5 У разі сканування ДД напрямок електроакустичного екрану та напрямок нанесення наплавлення повинні співпадати.

10.5.6 У разі контролю за розміченими ділянками перекриття біля меж ділянок повинно бути не менше кроку сканування датчика.

10.5.7 У разі контролю виробів циліндричної форми рекомендується застосування насадок на датчику та інші допоміжні засоби, які стабілізують його положення.

10.5.8 Швидкість сканування не повинна перевищувати 150 мм/с.

10.5.9 Ширину зони сканування (див. Х2 на рис. 10.11) визначають за відповідним ЕЗ залежно від номінальної товщини зварних з'єднань або геометричним розрахунком і вказують у карті контролю, технологічному процесі.

10.5.10 У процесі переміщення датчика проводять його повороти відносно власної вертикальної вісі на 15° в обидві сторони, за винятком притертих датчиків.

10.5.11 У процесі сканування необхідно забезпечити постійний акустичний контакт датчика з поверхнею контрольованого об'єкта.

10.5.12 Контроль кутових зварних з'єднань проводять переміщенням датчика між краєм посилення шва та межею зачищеної зони штуцера. Під час сканування датчик слід повертати навколо точки введення так, щоб забезпечити його перпендикулярність щодо вісі шва. Однак у процесі сканування датчик не повинен постійно перебувати в перпендикулярному до вісі шва положенні, тому що при цьому погіршується контакт з поверхнею штуцера.

Протягом 2-3 циклів переміщення датчика прозвучується весь обсяг шва в цьому перерізі, після чого датчик зміщується вздовж шва і повторюється цикл сканування.

10.5.13 Контроль із застосуванням датчиків на фазованих решітках проводиться за допомогою режиму електронного лінійного сканування або електронне секторне сканування. Діапазон кутів при електронному секторному скануванні повинен встановлюватися відповідно до рекомендованих виробником кутів і враховувати вимоги до кутів введення, які передбачені цим стандартом.

10.6 Вимірювання характеристик несуцільностей

10.6.1 У разі виявлення несуцільностей з амплітудою луна-сигналу, яка дорівнює або є більшою за контрольний рівень, визначають:

- координати;
- максимальну амплітуду луна-сигналу (максимальну еквівалентну площу);
- умовну протяжність або клас ідентифікації за протяжністю (протяжний - непротяжний);
- умовну висоту;
- характеристики форми та орієнтації несуцільностей.

10.6.2 Умовну висоту, характеристики форми та орієнтації несуцільностей визначають у випадках, передбачених цим стандартом або в інших випадках з метою отримання додаткової інформації про несуцільність.

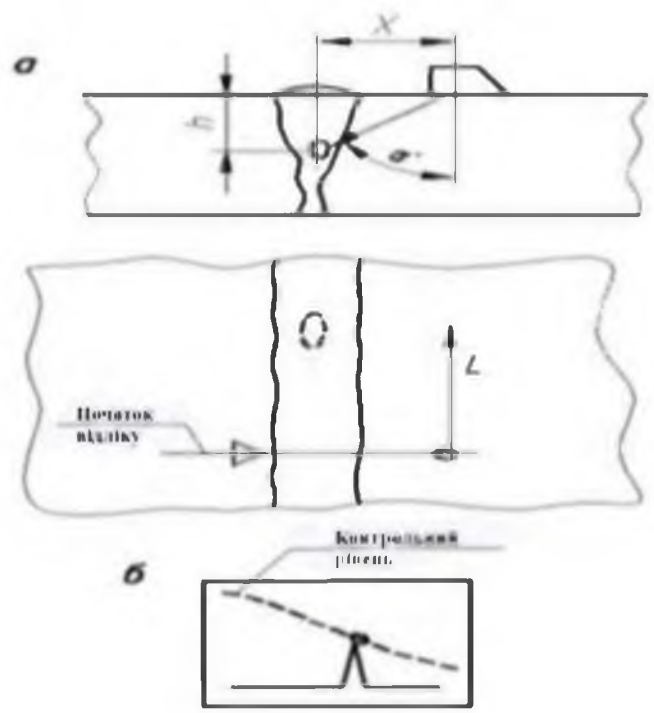


Рисунок 10.12 – Схема вимірювання координат несуцільності «а» і амплітуди луна-сигналу «б»

10.6.3 Координати h, x і L (див. рис. 10.12) вимірюють у разі появи у робочій зоні екрану дефектоскопа луна-сигналу таким чином:

– координата h (глибина залягання) визначається для зварних з'єднань товщиною більше 8 мм прямим підрахунком за глибиноміром, або за шкалою розгортки, або розрахунком;

– координата x визначається за відомим значенням кута введення розрахунком або за індикатором дефектоскопа, або підрахунком за градуйованою шкалою розгортки, або за координатними лінійками;

– координата L визначається як місце розташування несуцільності вздовж повздовжньої осі шва (у годинах для кільцевих зварних з'єднань трубопроводів або в міліметрах для пласких зварних з'єднань і для кільцевих зварних з'єднань обладнання).

10.6.3.1 Координати вимірюють при положенні датчика, що відповідає максимальній амплітуді луна-сигналу від несуцільності. Амплітуду луна-сигналу від несуцільності рекомендується встановлювати такою, що дорівнює половині висоти екрана дефектоскопа.

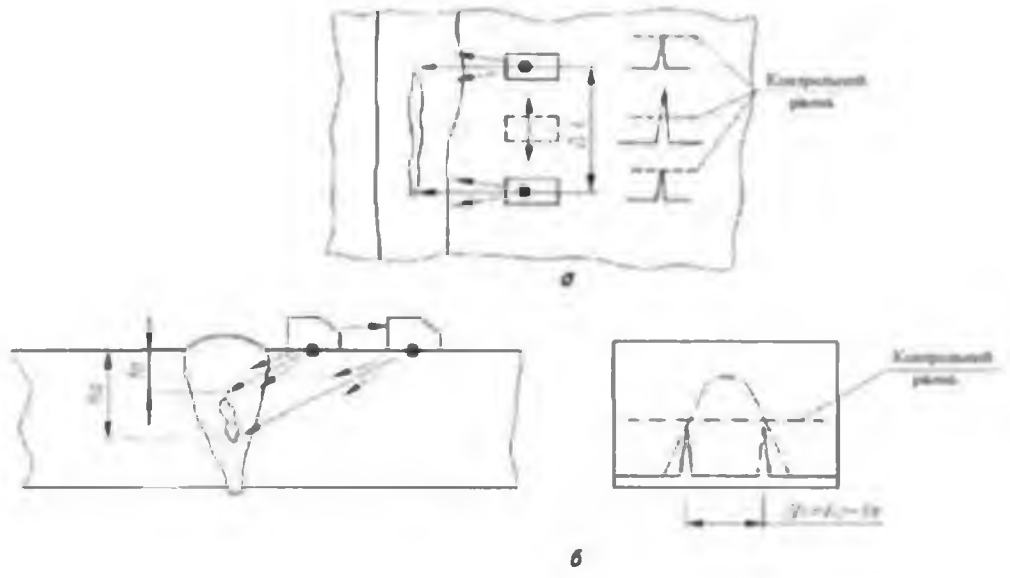
10.6.3.2 Якщо налаштування глибиноміра проводилося за СО-2, то за глибини залягання несуцільностей більше 150 мм, виміряні за глибиноміром, координати несуцільностей слід коригувати з метою урахування зміщення променю в результаті впливу затухання УЗ-хвиль. Для цього можна використати координатну лінійку УКЛ №1 із комплекту КОУ-2, таблиці поправок, натурні зразки.

10.6.4 Амплітуду луна-сигналу в приладах з електронно-променевою трубкою вимірюють за показаннями атенюатора із заданої висоти на екрані дефектоскопа.

10.6.4.1 Вимірювання еквівалентної площі (максимальної амплітуди луна-сигналу) несуцільності проводять за максимальним луна-сигналом незалежно від напрямку прозвучування, під час якого він був отриманий.

10.6.5 Умовну протяжність несуцільності ΔL вимірюють як відстань між крайніми положеннями датчика у процесі переміщення його вздовж несуцільності. При

цьому крайніми положеннями датчика вважають ті, за яких амплітуда луна-сигналу зменшується до контрольного рівня чутливості (див. рис. 10.13).



ΔL – умовна протяжність; Δh – умовна висота.

Рисунок 10.13 – Схеми вимірювання умовної протяжності «а» і умовної висоти «б» несуцільності

10.6.5.1 Під час контролю стикових зварних з'єднань трубних елементів умовну протяжність несуцільності ΔL визначають за виміряним значенням $\Delta L_{\text{вим}}$ умовної протяжності із формули:

$$\Delta L = \Delta L_{\text{вим}}(1 - 2h/D) \qquad (13)$$

де D – зовнішній діаметр трубних елементів;
h – глибина залягання несуцільності.

10.6.6 Умовну висоту Δh (див. рис. 10.13) вимірюють як різницю значень глибини залягання несуцільності у крайніх положеннях датчика, за яких амплітуда луна-сигналу зменшується до контрольного рівня чутливості.

10.6.6.1 Умовну висоту протяжної несуцільності Δh вимірюють у тому місці, де луна-сигнал має найбільшу амплітуду. Вона визначається тільки для несуцільностей, віддалених від внутрішньої або зовнішньої поверхні зварного з'єднання більше ніж на 5 мм.

10.6.7 Несуцільності в кількості двох або більше враховуються окремо (розділяються), якщо луна-сигнали від них, що спостерігаються на екрані одночасно або послідовно в процесі переміщення датчика по поверхні виробу, розділені інтервалом (на лінії розгортки або вздовж лінії сканування), де амплітуда зменшується на 6 дБ або більше відносно меншого луна-сигналу. Якщо ця умова не виконується, то несуцільності розглядаються як одна.

10.6.8 Середня квадратична похибка вимірювання амплітуд луна-сигналів за умови дотримання вимог цього стандарту не перевищує ± 2 дБ.

10.6.9 Відносна середня квадратична похибка вимірювання еквівалентної площі (амплітуди луна-сигналу) несуцільності не перевищує ± 50%.

10.6.10 Середня квадратична похибка вимірювання умовної протяжності за умов дотримання вимог цього стандарту менша або дорівнює ± 5 мм для товщини до

200 мм і менша або дорівнює ± 10 мм для товщини понад 200 мм. Середня квадратична похибка вимірювань умовної висоти визначається за формулою:

$$\Delta h = \sqrt{2}\Delta h_0, \quad (14)$$

де Δh_0 – похибка глибиноміра дефектоскопа за його паспортними даними.

10.6.11 Число поодиноких несуцільностей або їхню сумарну еквівалентну площу визначають за довжиною зварного шва, протяжністю наплавленої крайки або площею антикорозійного наплавлення відповідно.

10.6.12 При цьому відстань між двома окремими несуцільностями визначають як відстань між двома найближчими положеннями датчика, за яких сигнал від однієї несуцільності зменшується до контрольного рівня, а сигнал від іншої досягає контрольного рівня.

10.6.13 Оцінювання форми та орієнтації несуцільностей слід виконувати згідно з додатками Л і М.

10.6.14 У процесі інтерпретації результатів контролю слід враховувати особливості контролю зварних з'єднань різних конструкцій, які викладені у додатку Н.

11 ОЦІНЮВАННЯ ДОПУСТИМОСТІ НЕСУЦІЛЬНОСТЕЙ

11.1 Під час оцінювання допустимості несуцільностей за протяжністю їх класифікують на протяжні і непротяжні (точкові) за додатком П.

11.2 Несуцільність вважають поперечним дефектом (типу «Т»), якщо виконуються такі дві умови:

– амплітуда луна-сигналу під час прозвучування КД в напрямку повздовжньої осі шва (незалежно від умовної протяжності) $А_{поп}$ повинна бути більша або дорівнювати пошуковому рівню чутливості (Ап);

– амплітуда луна-сигналу під час прозвучування КД цієї несуцільності поперек шва (під кутом 90° ± 15° до повздовжньої осі шва) $А_{повзд}$ має бути меншою за $А_{поп}$ більш як на 6 дБ (див. рис. 11.1). Якщо різниця амплітуди луна-сигналу в зазначеному напрямку прозвучування менше 6 дБ, несуцільність вважається повздовжньою.

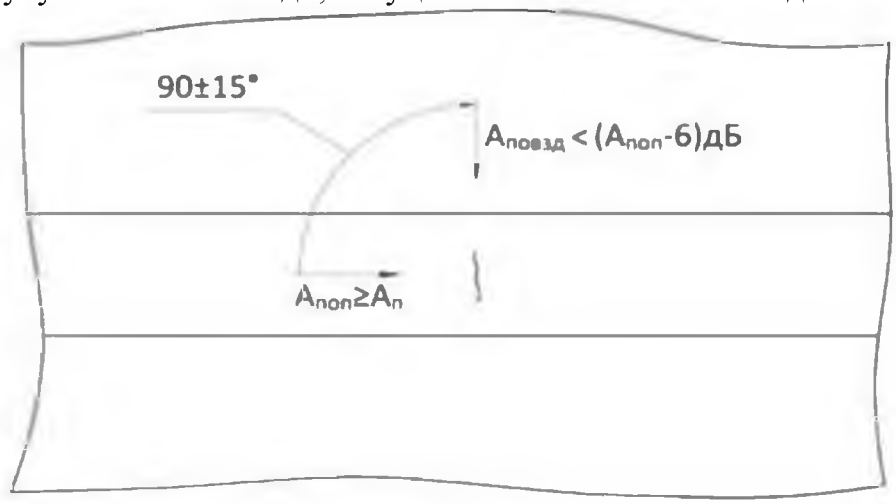


Рисунок 11.1– Схема ідентифікації поперечної несуцільності

Еквівалентну площу дефекта визначають за амплітудою луна-сигналу шляхом порівняння її з амплітудою луна-сигналу від відбивача у зразку, шляхом використання

АВД-діаграм, дотримуючись вимог додатку Ж. У разі здійснення оцінки якості несуцільності за амплітудою сигналу (в дБ) перерахунок в еквівалентну площу не виконується.

11.3 Допустимість зафіксованих несуцільностей оцінюють відповідно до вимог НД з оцінки якості.

11.4 Бракувальний рівень для пооперацiйного контролю зварних зєднань і наплавлень, що піддаються завершальній термообробці, рекомендується знижувати (підвищувати чутливість) на 3 дБ, враховуючи вірогідність збільшення луна-сигналу від несуцільності після термооброблення.

11.5 Під час обгрунтування змін бракувального рівня, які допускаються НД з оцінки якості, для отримання додаткової інформації про конфігурацію та орієнтацію несуцільності слід використовувати настанови згідно з 10.6.12.

11.6 Якщо виявлена несуцільність залягає у межах ближнього поля датчика, то її остаточне оцінювання рекомендується проводити іншим датчиком з довжиною ближнього поля, що є меншою за відстань до дефекта, або порівнянням із контрольним відбивачем максимально допустимої еквівалентної площі, виконаним на глибині залягання несуцільності.

11.7 Оцінка якості результатів ультразвукового контролю зварних з'єднань і наплавлень обладнання і трубопроводів АЕС виконується відповідно до вимог СОУ НАЕК 160.

12 ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЮ

12.1 Результати контролю кожного зварного з'єднання та наплавлення фіксуються в «Журналі обліку результатів ультразвукового контролю зварних з'єднань і наплавлень» (далі – Журнал) і висновках (протоколах) в установленому порядку. Оформлення Журналу повинно відповідати вимогам СОУ НАЕК 078.

Відомості до Журналу заносяться персоналом з НК.

12.2 В обліковій та звітній документації мають бути відображені такі обов'язкові відомості:

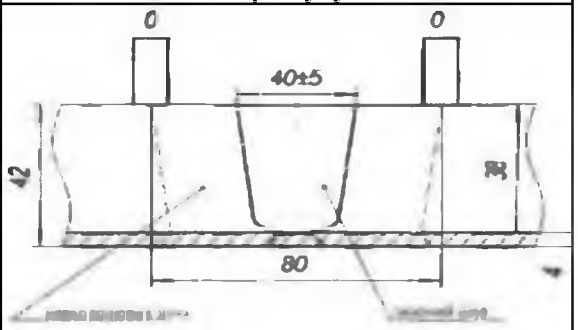
- індекс (номер) шва, наплавлення за кресленіком;
- типорозмір зварного з'єднання або наплавлення;
- категорія зварного з'єднання;
- тип дефектоскопа та його заводський номер;
- тип датчика, частота і кут променю, заводський номер;
- максимально допустима еквівалентна площа або максимально допустима амплітуда луна-сигналу, розмір відбивача (під час контролю із застосуванням датчиків кореневого тандему та ДГХ);
- опис несуцільності (кількість, розташування, умовні розміри);
- число несуцільностей на будь-яких 100 мм довжини шва;
- оцінка якості (задовільно чи незадовільно);
- підпис контролера (з числа персоналу з НК);
- дата контролю;
- номер і дата надання висновку.

12.3 Висновки (протоколи) за результатами ультразвукового контролю оформлюються на підставі записів у Журналі відповідно до вимог СОУ НАЕК 078 і НД з оцінки якості.

12.4 Для скороченого записування опису несуцільності слід використовувати буквено-цифрову форму запису за додатком Р.

ДОДАТОК А
(довідковий)

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТКК УЗК ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ

<table>
<tr><td colspan="3">Технологічна карта УЗК</td><td>ВНМКД</td></tr>
<tr><td colspan="2">Відомості про об'єкт контролю</td><td colspan="2">Схема прозвучування</td></tr>
<tr><td>Найменування об'єкта контролю</td><td>Труба пряма (вставка). Зварний шов напівобичайок Ду 800 (контроль на відшарування антикорозійного наплавлення)</td><td colspan="2" rowspan="10"> 
</td></tr>
<tr><td>Товщина шва, мм</td><td>42</td></tr>
<tr><td>Товщина основного металу, мм</td><td>38</td></tr>
<tr><td>Товщина наплавлення, мм</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Матеріал деталей, які зварюються</td><td>CREUSELSO 330E + 473NB</td></tr>
<tr><td>Ступінь доступності для контролю</td><td>1С</td></tr>
<tr><td>Ширина зони зачищення</td><td>Не менше 50 мм від центра зварного шва</td></tr>
<tr><td>Шорсткість</td><td>≤ Rz = 40 мкм</td></tr>
<tr><td>Розрядність робіт</td><td>Не нижче 5 розряду</td></tr>
<tr><td>Методична документація</td><td>СОУ НАЕК 032</td></tr>
<tr><td>Нормативна документація</td><td>Правила контролю</td><td colspan="2">Норми оцінки якості</td></tr>
<tr><td colspan="2">Засоби контролю</td><td>Мінімальна еквівалентна площа поодиноких несуцільностей, що фіксується, мм^2</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Апаратура</td><td>Дефектоскоп USN52, датчик MSEB2</td><td rowspan="2">Максимально допустима еквівалентна площа поодиноких несуцільностей, мм^2</td><td rowspan="2">20</td></tr>
<tr><td>Зразки, АВД</td><td>КОУ2 №2575, вбудована АВД</td></tr>
<tr><td>Приладдя</td><td>Лінійка 300</td><td rowspan="3">Допустима сумарна еквівалентна площа поодиноких несуцільностей на будь-якій ділянці розміром 200 х 200мм, мм^2</td><td rowspan="3">75</td></tr>
<tr><td>Матеріали</td><td>Контактне середовище</td></tr>
<tr><td colspan="2">Параметри контролю</td></tr>
<tr><td>Найменування датчика</td><td>MSEB2</td><td rowspan="5">Максимально допустима умовна протяжність поодиноких несуцільностей, мм</td><td rowspan="5">10</td></tr>
<tr><td>Кут променю, градуси</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Частота, МГц</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Крок сканування, мм</td><td>не більше 6,0</td></tr>
<tr><td>Швидкість сканування, мм/с</td><td>не більше 150</td></tr>
<tr><td colspan="2">Налаштування апаратури</td></tr>
<tr><td colspan="2">Виконати налаштування розгортки в діапазоні від 10 мм до 45 мм</td></tr>
<tr><td>Спосіб налаштування швидкості розгортки</td><td>За донною поверхнею СО-2</td></tr>
<tr><td>Спосіб налаштування чутливості</td><td>АВД за донним сигналом</td></tr>
<tr><td colspan="4">Особливості контролю</td></tr>
<tr><td colspan="4">1 Контроль проводиться шляхом порядкового сканування перпендикулярно до наплавлених валиків із кроком не більше половини діаметра датчика.
2. Напрямки електроакустичного екрану та наплавлення повинні співпадати.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Розроблено:</td><td colspan="2">Затверджено:</td></tr>
</table>

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ПОВЗДОВЖНІХ СТИКОВИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Б.1 Ця методика визначає технологію проведення УЗК повздовжніх стикових зварних з'єднань циліндричних конструкцій.

Б.2 Проводять попередній вибір датчиків згідно з таблицею 1 цього стандарту за номінальною товщиною Н зварних з'єднань.

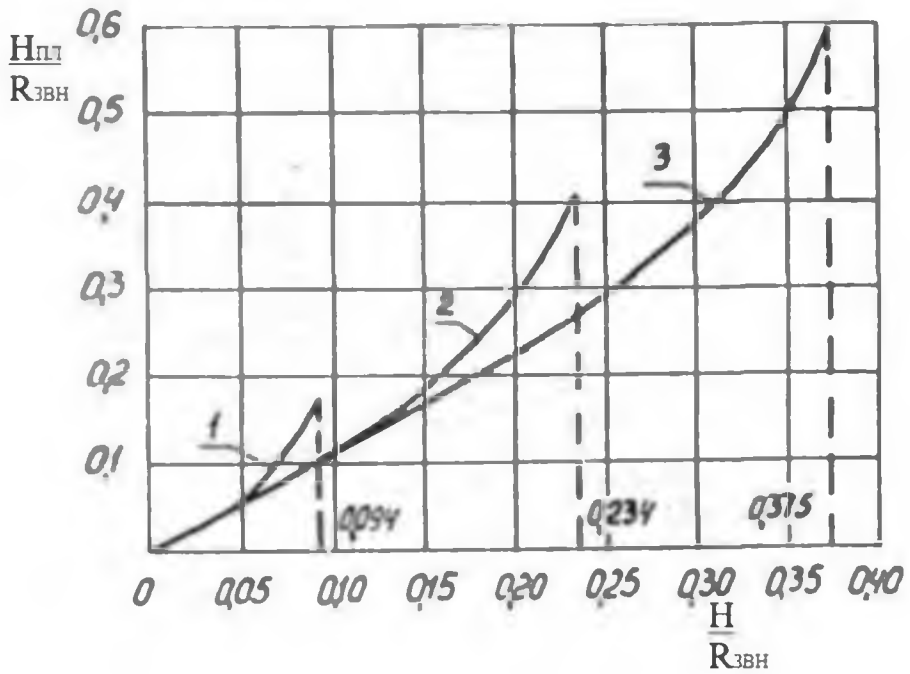
Б.2.1 Визначають за рис. Б.1 – рис. Б.6 еквіалентну криволінійну товщину плоского з'єднання Нпл (див. рис.Б.6) для кожного датчика.

Б.2.2 Уточнюють датчики за таблицею 1 цього стандарту, виходячи зі значень Нпл.

Б.3 Залежно від відношення $H/R_{звн.}$ і $H/R_{вн.}$ за табл. Б.1 встановлюють для кожного із обраних датчиків, до якої області (А, Б або В) значень відношення $H/R_{звн.}$ ($H/R_{вн}$) у випадку УЗК зі зовнішнього і (або) внутрішнього боку належить зварне з'єднання.

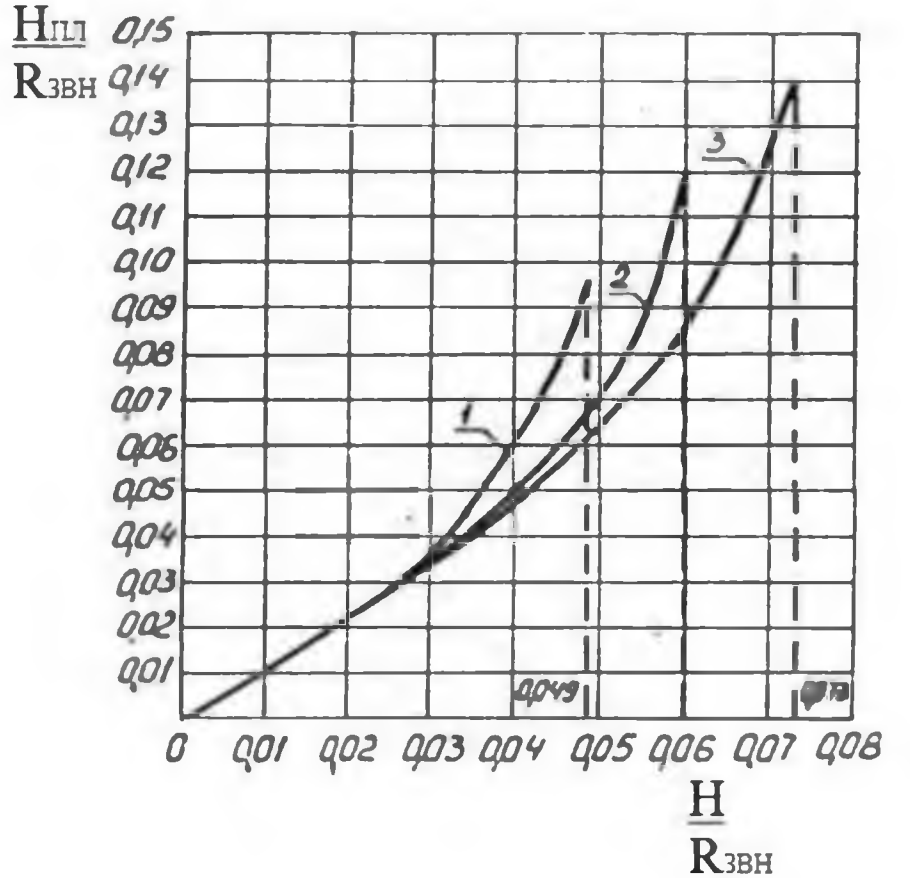
Таблиця Б.1 – Області відношень значень $H/R_{звн.}$ ($H/R_{вн}$)

Кут променю, град.	А	Б	В
40	0-0,188 0- 0,526	0,188-0,375 0,526 і більше	Більше 0,375
45	0-0,140 0-0,322	Понад 0,140 до 0,293 Понад 0,322 до 1,0	Понад 0,293
50	0-0,104 0-0,208	0,104-0,234 0,208 і більше	Більше 0,234
60	0-0,052 0-0,089	Понад 0,052 до 0,134 Понад 0,089 до 1,0	Понад 0,134
65	0-0,035 0-0,057	0,036-0,094 0,057 і більше	Більше 0,094
68	0-0,026 0-0,042	0,026-0,073 0,042 і більше	Більше 0,073
70	0-0,021 0-0,034	0,021-0,060 0,034 і більше	Більше 0,060
72	0-0,017 0-0,027	0,017-0,049 0,027 і більше	Більше 0,049
Примітка. Чисельник – із зовнішнього боку, знаменник – із внутрішнього			



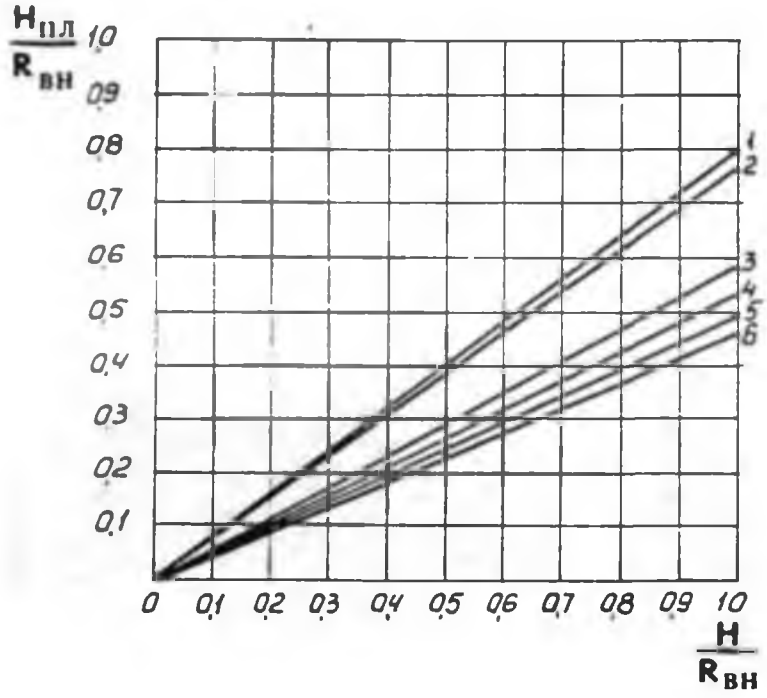
Н – номінальна товщина стінки; R звн – радіус зовнішній; Нпл – еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з`єднання.

Рисунок Б.1 – Еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з'єднання у випадку контролю повздовжніх швів із зовнішнього боку: для датчика із кутом променю 65° (1); 50° (2); 40° (3)



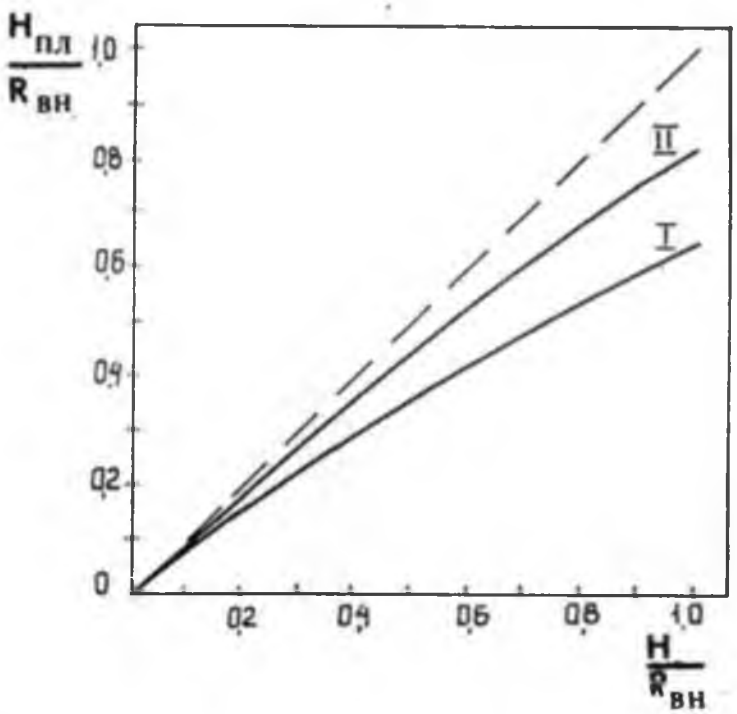
Н – номінальня товщина стінки; R звн – радіус зовнішній; Нпл – еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з'єднання.

Рисунок Б.2 – Еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з'єднання у випадку контролю повздовжніх швів із зовнішнього боку: для датчика із кутом променю 72° (1); 70° (2); 68° (3)



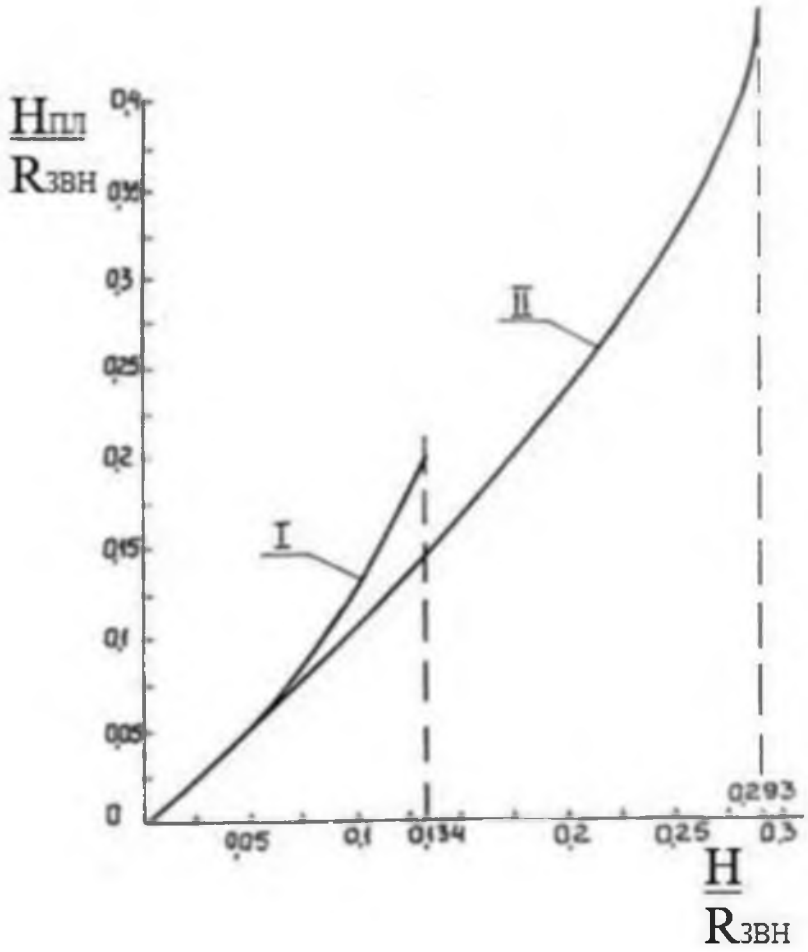
Н – номінальна товщина стінки; Rвн – радіус внутрішній; Нил – еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з`єднання.

Рисунок Б.3 – Еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з'єднання у випадку контролю повздовжніх швів із внутрішнього боку: для датчика з кутом променю 40° (1); 50° (2); 65° (3); 68° (4); 70° (5); 72° (6)



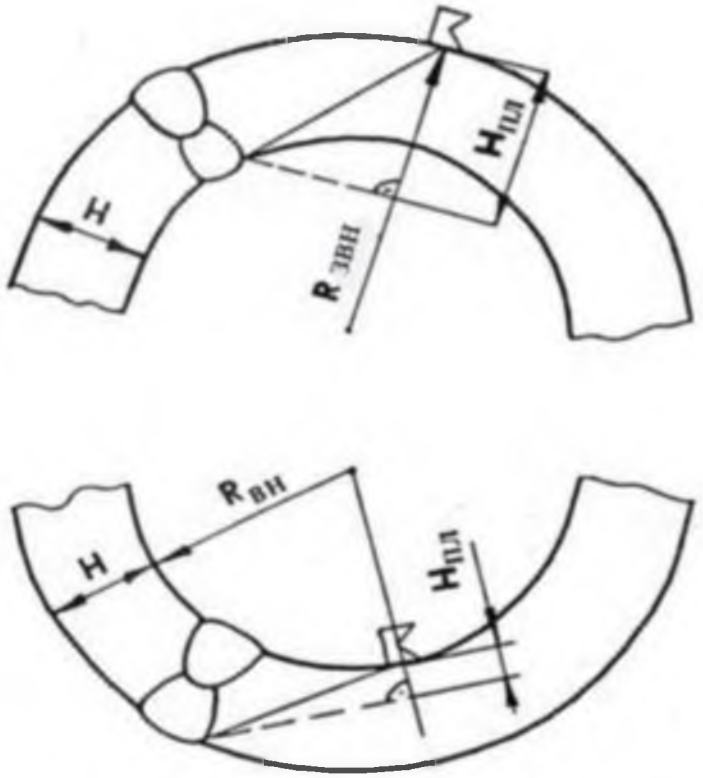
Н – номінальна товщина стінки; Rвн – радіус внутрішній; Нпл – еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з`єднання.

Рисунок Б.4 – Графік для визначення еквівалентної криволінійної товщини плоского зварного з'єднання у випадку УЗК повздовжніх із внутрішнього боку: для датчика із кутом променю 60° (I); 45° (II)



Нпл – еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з`єднання; Н – номінальна товщина стінки; R звн – радіус зовнішній.

Рисунок Б.5 – Графік для визначення еквівалентної криволінійної товщини плоского зварного з'єднання у випадку УЗК повздовжніх швів із зовнішнього боку: для датчика із кутом променю 60° (I); 45° (II)



Нпл – еквіалентна криволінійна товщина плоского зварного з`єднання; Н – номінальна товщина стінки; R звн – радіус зовнішній, Rвн – радіус внутрішній.

Рисунок Б.6 – Еквівалентна криволінійна товщина плоского зварного з'єднання виробів циліндричної форми

Б.4 Якщо відношення H/R перебуває в області А (таблиця Б.1), тоді контроль зварного з'єднання здійснюється аналогічно контролю плоских конструкцій відповідно до настанов цього стандарту

Б.5 Якщо відношення H/R перебуває в області Б (таблиця Б.1), тоді у разі визначення можливості контролю всього перерізу шва зони переміщення датчиків і чутливості контролю слід керуватися таким:

Б.5.1 Можливість контролю всього перерізу шва (за наявності опуклості стикового шва) і зони переміщення датчиків визначають розрахунково-графічним способом.

Б.5.2 У випадку УЗК із зовнішнього боку чутливість контролю визначають виходячи із вимог НД з оцінки якості та еквівалентної криволінійної товщини зварного з'єднання $H_{пл}$, для цього:

Б.5.2.1 Виходячи із величини $H_{пл}$ відповідно до Б.2 встановлюють діапазон товщин зварних з'єднань, до якого відноситься це з'єднання.

Б.5.2.2 Якщо $H_{пл}$ зварного з'єднання входить до того ж діапазону товщин, що і справжня товщина H, тоді контроль слід проводити із чутливістю, передбаченою НД з оцінки якості для цього діапазону.

Якщо $H_{пл}$ потрапляє до наступного діапазону товщини, тоді контроль із зовнішнього боку слід проводити з чутливістю, передбаченою НД з оцінки якості для цього діапазону товщини, що має бути зазначено у ТКК УЗК і результатах контролю.

Б.5.3 У разі контролю із внутрішнього боку обраними датчиками максимально допустиму еквівалентну площу несуцільності визначають виходячи з номінальної товщини зварного з'єднання H, але налаштовують її для глибини, що відповідає еквівалентній криволінійній товщині виробу $H_{пл}$, яка визначається за рис. Б.3

Б.6 Якщо відношення H/R перебуває в області В (таблиця Б.1), то у випадку визначення доступності для контролю слід врахувати, що контроль усього перерізу шва із зовнішнього боку не є можливим (ступінь доступності для контролю не вище 2С або 3С). У такому випадку контроль усього перерізу шва може бути забезпечений за відсутності опуклості стикового шва і його прозвучування із зовнішнього і внутрішнього боків з'єднання, що має бути перевірено розрахунково-графічним способом. Якщо контроль є можливим, тоді у разі вибору його параметрів слід враховувати настанови згідно з Б.5.

Б.7 Для визначення координат дефектів у перерізі шва глибиномір дефектоскопа слід налаштовувати у відстанях за променем.

Б.8 Контроль щодо відсутності поперечних тріщин проводиться відповідно до вимог 9.2.5.

Б.9 У разі проведення УЗК зварних з'єднань циліндричних конструкцій рекомендується використовувати опору або проточку (сполучення поверхонь) (див. рис. Б.7, рис. Б.8).

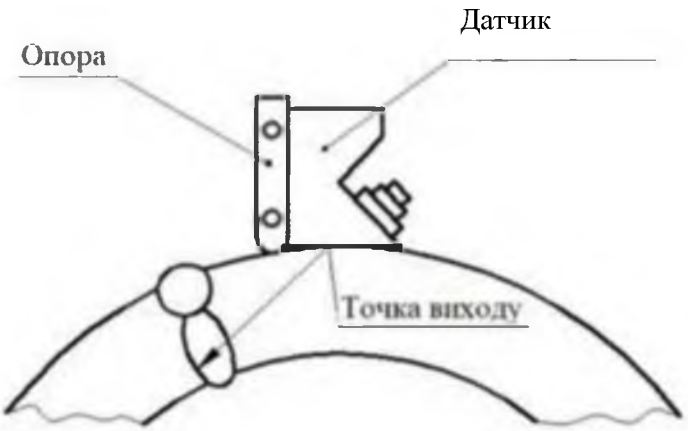
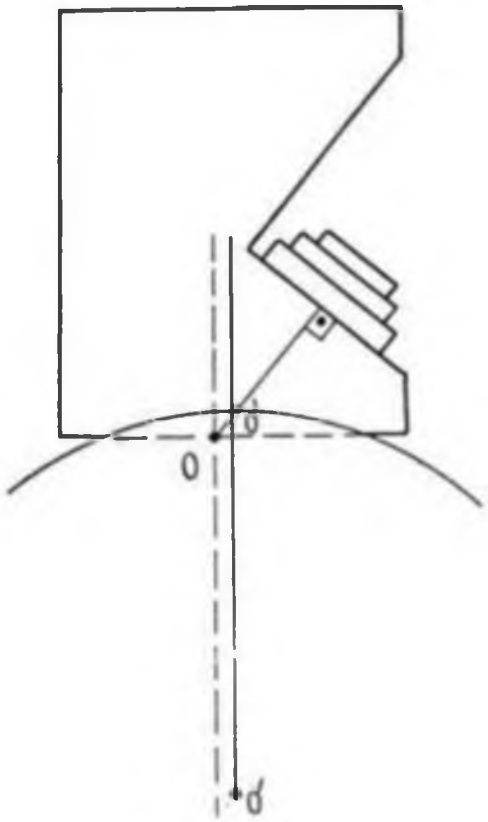


Рисунок Б.7 – Опора і датчик у зборі на циліндричній поверхні



O і O′ – точки введеия з плоскою контактною (до проточки) і обробленою поверхнями.

Рисунок Б.8 – Схема проточки (сполучення) контактної поверхні датчика

ДОДАТОК В
(довідковий)

МЕТОДИКА УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДЕФЕКТОСКОПІЇ МЕТОДОМ «КОРЕНЕВИЙ ТАНДЕМ» ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ГЦТ ДУ 850 ВВЕР-1000

В.1 Загальні положення

В.1.1 Ця методика поширюється на УЗК зварних з'єднань трубопроводу Ду-850 енергоблока ВВЕР-1000.

В.1.2 Методика забезпечує виявлення в процесі УЗК зварних з'єднань трубопроводу ГЦТ Ду-850 нормально-орієнтованих тріщин (зокрема втомних, що виникають у процесі експлуатації трубопроводів) під наплавленим антикорозійним покриттям зварних з'єднань (див. рис. В.1).

В.1.3 Методика заснована на використанні методу «кореневий тандем», який дозволяє виявляти нормально-орієнтовані тріщини у процесі сканування датчиком по зовнішній поверхні трубопроводу (див. рис. В.2).

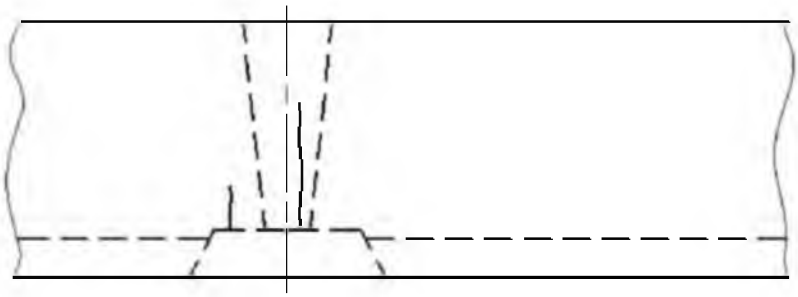
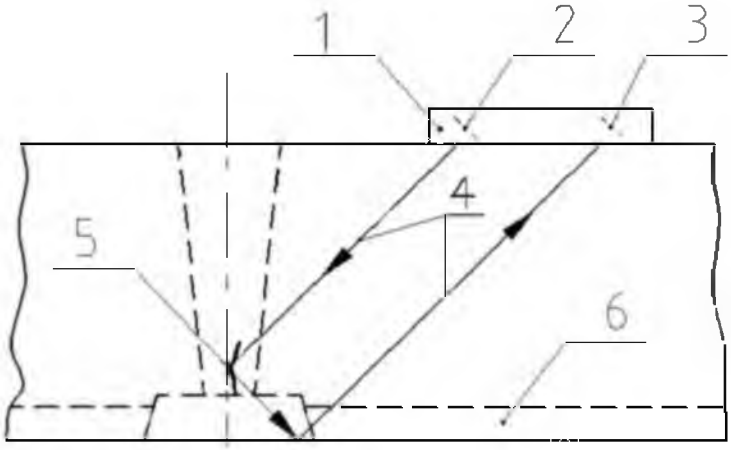


Рисунок В.1 – Тріщини під наплавленим аустенітним покриттям на зварному з'єднанні



1 – датчик; 2 передавач; 3 – приймач ; 4 – напрямок ходу ультразвукових коливань; 5 – тріщина під наплавленням; 6 – антикорозійне покриття.

Рисунок В.2 – Спосіб ультразвукової дефектоскопії методом «кореневий тандем»

В.2 Метод УЗК «кореневий тандем»

В.2.1 Метод заснований на використанні спеціалізованих кутових двоелементних датчиків.

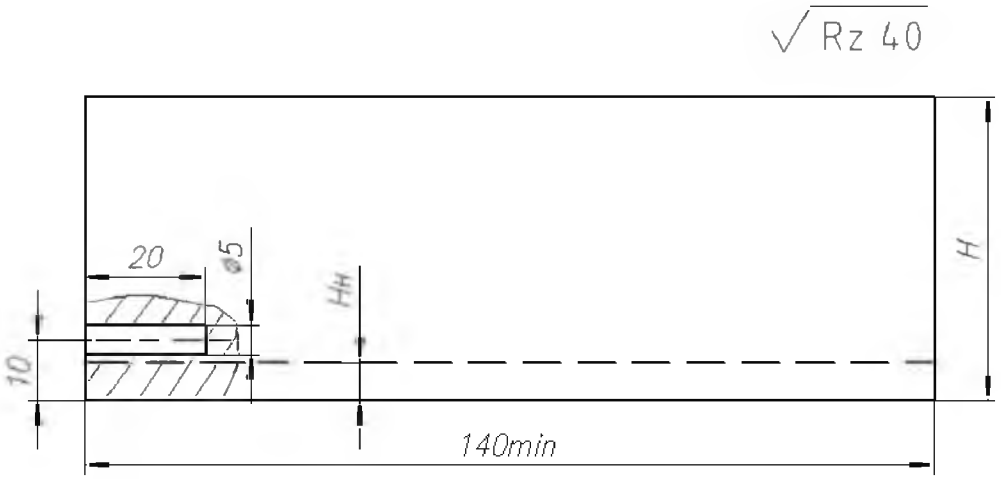
В.2.2 УЗ-хвилі поширюються у контрольованому виробі, як наведено на рис. В.2. Конструкція спеціалізованого датчика дозволяє мінімізувати мертву зону контролю методом «кореневий тандем» і забезпечує виявлення нормально-орієнтованих тріщин висотою 3 мм і більше. За допомогою цієї методики можливе виявлення нормально-орієнтованих тріщин у зоні сплавлення і над наплавленням на відстані від 0 мм до 20 мм від зони сплавлення.

В.3 Засоби контролю і зразки

В.3.1 Під час контролю застосовують переносні дефектоскопи, які дозволяють працювати за роздільною схемою, і спеціалізовані кутові двоелементні датчики «кореневий тандем» типу ПЦ-45-1,2 КТ або аналогічні за характеристиками. Кут променю УЗ поперечних хвиль 45°, частота УЗ 1,2 МГц. Можливе застосування інших датчиків, які працюють за двоелементною схемою на частоті 1,2 МГц, із кутом променю 45°.

В.3.2 Для налаштування параметрів контролю використовується ЕЗ (див. рис. В.3). Ширина зразка не менше 30 мм, довжина зразка не менше 140 мм.

В.3.3 У ЕЗ потрібно зробити плоскодонний отвір діаметром 5 мм. Клеймо з числовим значенням діаметра має бути розташованим у безпосередній близькості від отвору.



Н – номінальна товщина труби; Нн – номінальна товщина антикорозійного покриття (наплавлення).

Рисунок В.3 – Еталонний зразок

В.4 Загальні положення з контролю

В.4.1 Підключення датчика до дефектоскопа

В.4.1.1 Підключити правий кабель датчика (передній клин) до дефектоскопа, який працює в суміщеному режимі. Збільшити підсилення на 40 дБ і переконатися у наявності на екрані власних шумів датчика. Відключити правий кабель і підключити лівий (задній клин) і також переконатися у присутності на екрані власних шумів у клині.

В.4.1.2 У разі відсутності власних шумів необхідно знайти несправність кабелю або датчика та, усунувши її, знову провести перевірку працездатності системи датчик-кабель-дефектоскоп.

В.4.1.3 Включити дефектоскоп у роздільний режим роботи. Правий кабель датчика підключити до виходу генератора дефектоскопа, лівий – до виходу підсилювача.

В.4.1.4 Включити повне підсилення дефектоскопа та розглянути картину на екрані дефектоскопа. У випадку справної роботи системи датчик-кабель-дефектоскоп після зондувального імпульсу має спостерігатися імпульс, який відповідає проходженню УЗ-хвиль від передавача до приймача через щілину під акустичним екраном датчика.

Цей імпульс змінює свою амплітуду в разі прощупування пальцем ділянки під екраном.

В.4.2 Налаштування діапазону часової розгортки дефектоскопа

В.4.2.1 Налаштування діапазону часової розгортки проводять за відбиттям поперечної хвилі від прямого двогранного кута ЕЗ, тобто за донним сигналом (див. рис. В.4).

В.4.2.2 Встановити датчик перпендикулярно до грані зразка та шляхом сканування (ближче й далі до грані) знайти максимум донного сигналу (див. рис. В.4а). Прощупати донний сигнал на торцевій поверхні в зоні сплавлення зразка та переконатися в його ідентичності за екраном дефектоскопа. Амплітуда сигналу в разі дотику пальця до зразка зменшується.

В.4.2.3 Перемістити, регулюючи швидкість розгортки дефектоскопа, імпульс донного сигналу «кореневий тандем» на 80% горизонтальної розгортки, залишивши положення сигналу імпульс передавача на нульовій поділці.

В.4.2.4 Визначити величину відстані X_0 (див. рис. В.4а).

В.4.2.5 Встановити довжину строб-імпульсу 5 мм ± 1 мм і перемістити його на 80% розгортки. Імпульс «кореневий тандем» повинен розташовуватися в середині строб-імпульсу.

В.4.2.6 Точність розташування імпульсу «кореневий тандем» на контрольованій трубі може бути перевірена за допомогою ПД за положенням донних імпульсів або у разі включення двох датчиків «кореневий тандем» ПЦ-45-1,2 КТ назустріч один одному наскрізним методом (див. рис. В.4б).

В.4.2.7 У разі відхилення товщини контрольованої труби від товщини ЕЗ на величину, що є більшою ± 1,5 мм, необхідно провести коригування положення строб-імпульсу.

В.4.3 Налаштування чутливості

В.4.3.1 Налаштування чутливості проводять за амплітудою тандем-імпульсу від плоского дна отвору у ЕЗ (див. рис. В.3).

В.4.3.2 У процесі налаштування чутливості встановлюють бракувальний та пошуковий рівні.

В.4.3.2.1 Бракувальний рівень ($А_{бр}$) – це рівень на якому проводиться оцінювання допустимості виявленої несуцільності за амплітудою сигналу.

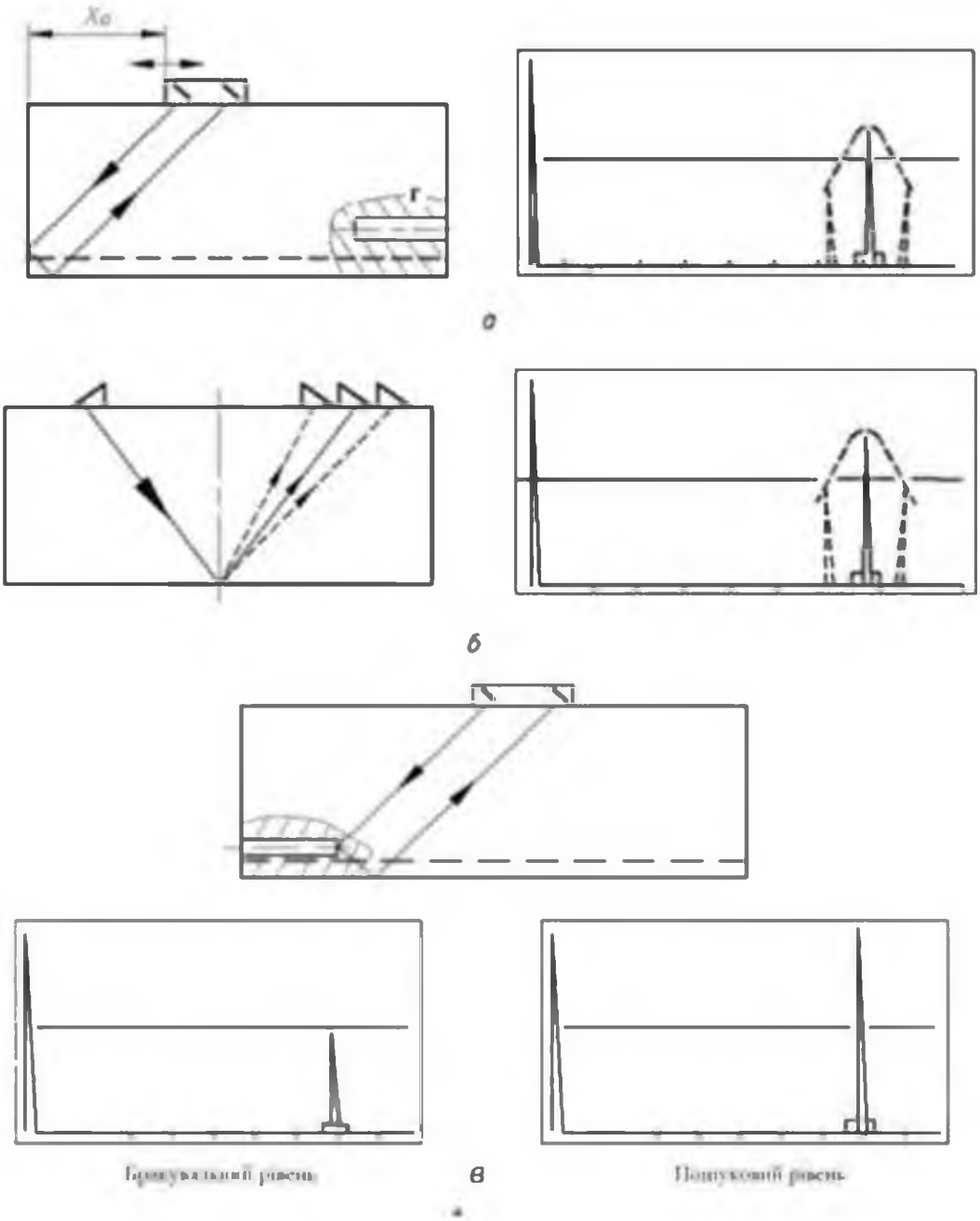
Бракувальний рівень чутливості дорівнює максимальній амплітуді сигналу «тандем» (кореневий) від плоского дна отвору у ЕЗ.

В.4.3.3 Налаштування бракувального рівня чутливості проводять таким чином:

– встановлюють датчик на робочу (контактну) поверхню ЕЗ і знаходять максимальне значення амплітуди імпульсу від плоского дна діаметром 5 мм;

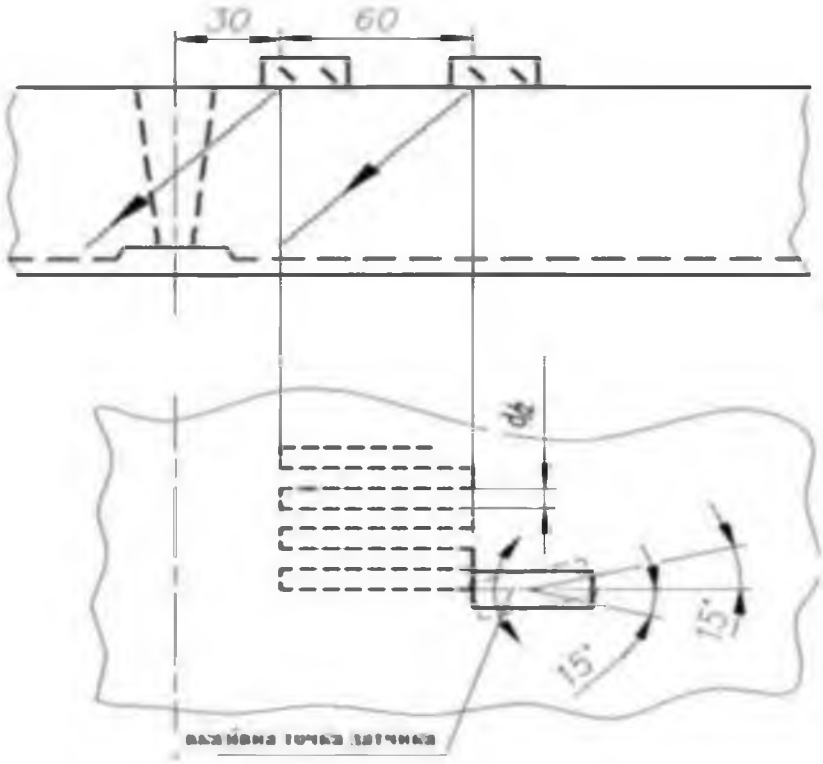
– регулятором підсилення встановлюють висоту сигналу, яка дорівнює половині (або 2/5) висоти екрану дефектоскопа – бракувальний рівень чутливості (див. рис. В.4в).

В.4.3.4 Пошуковий рівень чутливості встановлюється підвищенням чутливості на 6 дБ відносно бракувального рівня (див. рис. В.4в).



а – налаштування розгортки та вигляд на екрані дефектоскопа; б – перевірка і коригування швидкості розгортки та вигляд на екрані дефектоскопа; в – налаштування чутливості на ЕЗ та вигляд на екрані дефектоскопа бракувального та пошукового рівнів чутливості.

Рисунок В.4 – Схеми налаштування дефектоскопа



d – діаметр (ширина) датчика.

Рисунок В.5 – Схема сканування

В.4.4 Сканування

В.4.4.1 Контроль зварного з'єднання проводять з обох боків шва в процесі сканування датчиком шляхом його переміщення по поверхні зварних елементів паралельно вісі зварного шва з одночасним зворотно-поступальним переміщенням перпендикулярно до його вісі (див. рис. В.5).

В.4.4.2 Розмах і межі зони сканування повинні забезпечувати прозвучування усієї прикореневої і навколошовної зон зварного з'єднання, як наведено на рис. В.5.

В.4.4.3 У процесі переміщення датчика виконують його повертання відносно власної вертикальної осі на кут від 10° до 15° (див. рис. В.5).

В.4.5 Вимірювання характеристик несуцільностей

В.4.5.1 У випадку виявлення несуцільностей з амплітудою сигналу, що дорівнює пошуковому рівню або більшою, визначають:

- координати h, L;
- амплітуду сигналу;
- умовну протяжність.

В.4.5.2 Координати h і L визначають у разі появи сигналу в робочій зоні екрану дефектоскопа.

В.4.5.2.1 Глибину залягання відбивача h визначають за положенням від нього луна-сигналу. Для отримання луна-сигналу необхідно відключити від дефектоскопа задній клин датчика та переключити дефектоскоп на роботу в режим луна-методу. Координату відбивача визначають за положенням максимального луна-сигналу від нього, яке знаходять шляхом сканування датчиком по поверхні виробу.

В.4.5.2.2 Якщо луна-сигнал не спостерігається, а таке можливо у випадку виявлення вертикальної тріщини, то приймають глибину залягання відбивача рівною 12 мм ±3 мм від внутрішньої поверхні труби, що відповідає фокусної відстані датчика.

В.4.5.2.3 Координата L визначається як місце розташування несуцільності вздовж повздовжньої осі шва.

В.4.5.2.4 У випадку необхідності визначення координати (епіцентру) несуцільності відносно вісі зварного з'єднання виконують дії в такій послідовності:

– зафіксувати положення датчика в момент максимальної амплітуди сигналу;

– виміряти відстань, яка дорівнює X_0 (відповідно до В.4.2.4), перед датчиком – у кінцевій точці розташовується епіцентр несуцільності;

– протравити поверхню зварного з'єднання, встановити положення меж сплавлення та зафіксувати відносне положення епіцентру несуцільності.

В.4.5.3 Амплітуду луна-сигналу вимірюють у децибелах по відношенню до амплітуди луна-сигналу від плоскодонного отвору діаметром 5 мм (бракувальний рівень відповідно до В.4.3.2.1). Якщо амплітуда луна-сигналу перевищує бракувальний рівень на *N* децибелів (*N* – різниця між амплітудою луна-сигналу і бракувальним рівнем), то записують $А_{бр} + N$, якщо амплітуда луна-сигналу є меншою за бракувальний рівень на М децибелів (М – різниця між бракувальним рівнем і амплітудою луна-сигналу), тоді записують $А_{бр} – М$.

В.4.6 Ідентифікація сигналів

В.4.6.1 Сигнал від вертикальної тріщини в корені над наплавленням на екрані дефектоскопа розташовується у строб-імпульсі (див. рис. В.4).

В.4.6.2 Можливе виявлення об'ємних несуцільностей (шлакових включень, пор тощо) у корені зварного з'єднання та під аустенітним наплавленням на зварному з'єднанні. Такі несуцільності виявляються, як наведено на рис. В.6. Час поширення луна-імпульсу при цьому є меншим, ніж у сигналу «кореневий тандем», і він розташовується лівіше фронту строба. У деяких випадках на екрані разом із луна-сигналом спостерігається сигнал «кореневий тандем», і його амплітуда може бути більшою за луна-сигнал.

В.4.7 Вимірювання умовної протяжності

В.4.7.1 Умовну протяжність вимірюють як відстань між крайніми положеннями датчика в процесі переміщення його вздовж несуцільності (див. рис. В.7).

В.4.7.2 Крайніми положеннями датчика вважають ті, в яких амплітуда луна-сигналу зменшується до пошукового рівня чутливості.

В.4.7.3 З метою полегшення виявлення несуцільностей рекомендується використовувати систему АВД-дефектоскопа зі звуковою та світловою сигналізацією.

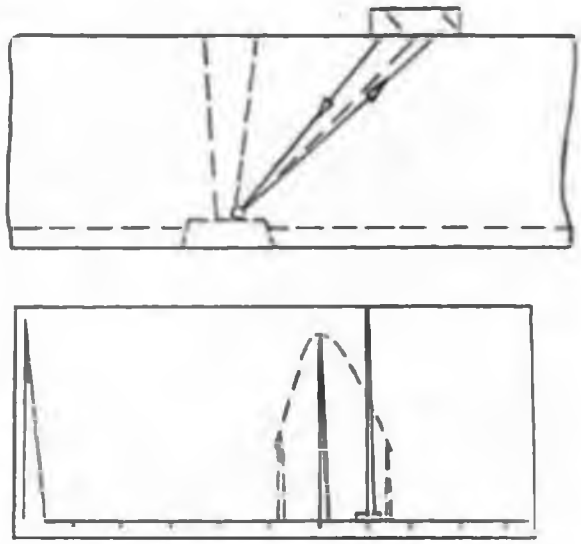


Рисунок В.6 – Схема виявлення об’ємних несуцільностей

Рисунок В.7 – Схема вимірювання умовної протяжності несуцільності

В.5 Оцінювання несуцільностей

В.5.1 Оцінювання несуцільностей, виявлених за схемою «кореневий тандем», проводять відповідно В.5.1.1-В.5.1.3

В.5.1.1 Несуцільність, амплітуда сигналу від якої дорівнює або перевищує амплітуду сигналу від плоскодонного отвору діаметром 5 мм у ЕЗ, є недопустимою (див. рис. В.3).

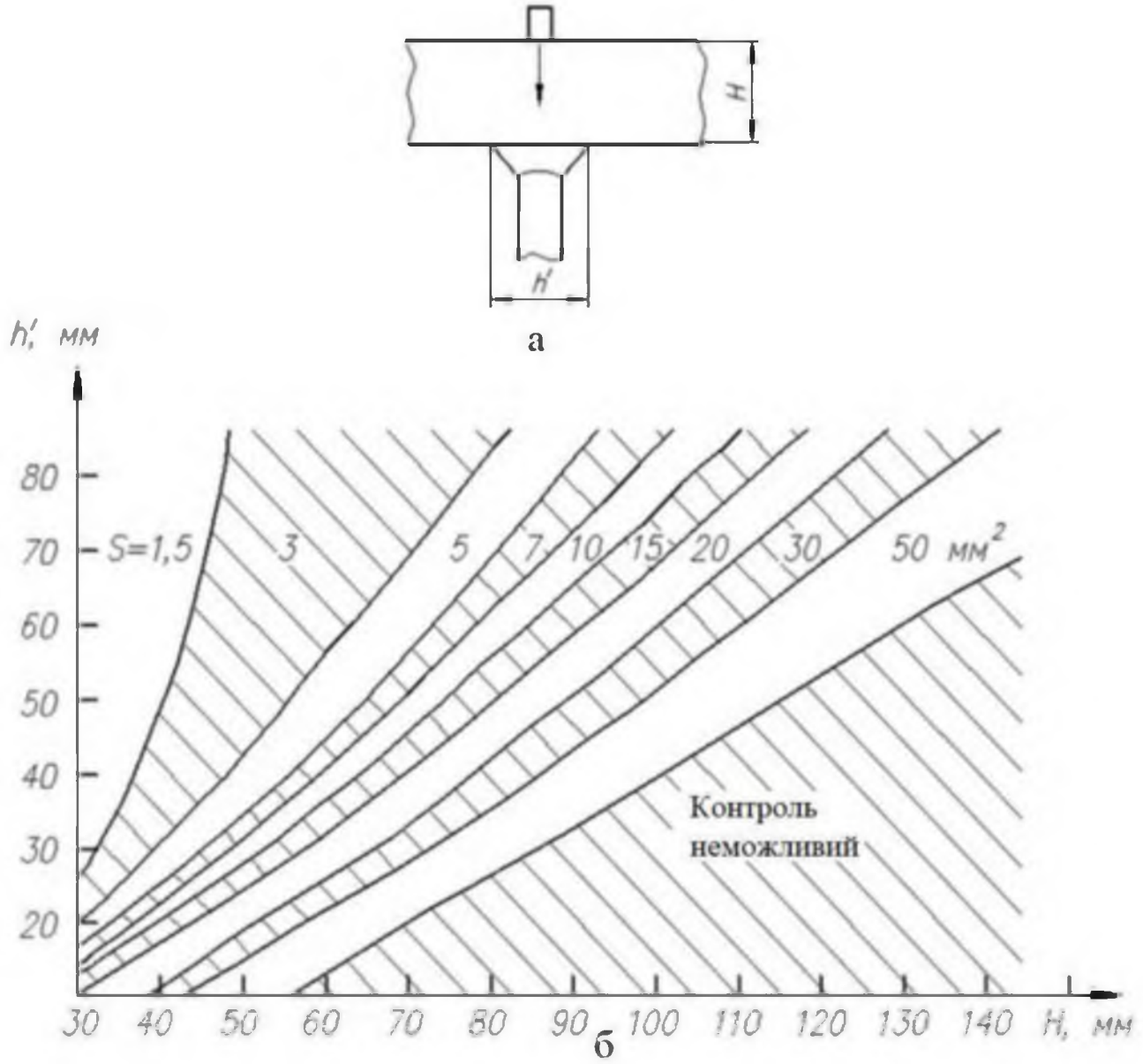
В.5.1.2 Несуцільність, амплітуда сигналу від якої дорівнює або є більшою за пошуковий рівень, але меншою за бракувальний рівень, а її умовна протяжність є більшою за умовну протяжність плоскодонного отвору діаметром 5 мм у ЕЗ, є недопустимою.

В.5.1.3 Несуцільність, виявлена за схемою «кореневий тандем» із амплітудою нижче пошукового рівня чутливості на 6 дБ і менше повинна бути обстежена додатково ПД і КД і оцінена за сукупністю отриманих результатів контролю.

ДОДАТОК Г
(довідковий)

ЧУТЛИВІСТЬ, ЯКА РЕАЛІЗУЄТЬСЯ ПІД ЧАС КОНТРОЛЮ ТАВРОВИХ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Г.1 На рисунку Г.1 реалізована чутливість S (мм^2) під час контролю таврових зварних з'єднань зі сторони основного елементу датчиками з відношенням розміру відбивача до довжини ультразвукової хвилі k× a = 15±1,5 (k –число, яке визначається за формулою k=2π/λ; a – радіус перетворювача), при k×a ≠ 15±1,5 можливість контролю необхідно визначати експериментально, тобто контроль можливий, якщо на пошуковому рівні чутливості під час переміщення ПД на відстань не менше 5 мм відносно перпендикулярної осі шва донний сигнал відсутній.



а – схема контролю; б – графік для розрахунку.

Рисунок Г.1 – Реалізована чутливість S (мм^2) під час контролю таврових зварних з'єднань

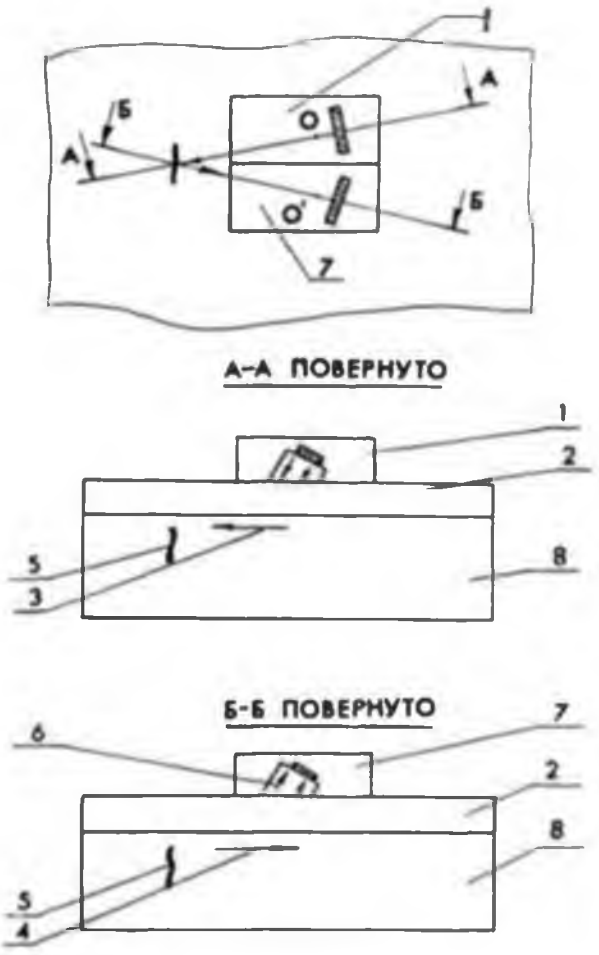
ДОДАТОК Д
(довідковий)

МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ АУСТЕНІТНОГО НАПЛАВЛЕННЯ ГОЛОВНИМИ ХВИЛЯМИ

Д.1 Ця методика регламентує порядок контролю зони сплавлення антикорозійного аустенітного наплавлення з товщиною, яка є меншою або дорівнює 12 мм, із основним металом з метою виявлення тріщин, що є перпендикулярнимии до зони сплавлення.

Д.2 Поверхня наплавлення не повинна мати заглиблень між валиками та нерівностей розміром більше 0,8 мм. Поверхня має бути зачищена від бризок металу, бруду і флюсу. Шорсткість поверхні повинна бути не більшою Rz = 40 мкм. Наплавлення контролюють двоелементним датчиком головної хвилі з частотою 1,8 МГц.

Схема контролю представлена на рис. Д.1. Дозволяється виконувати контроль ДГХ з характеристиками, що відповідають зазначеним вище датчикам, якщо вони забезпечують виявлення еталонного дефекту на рівні, що перевищує рівень шуму не менше, як на 6 дБ.



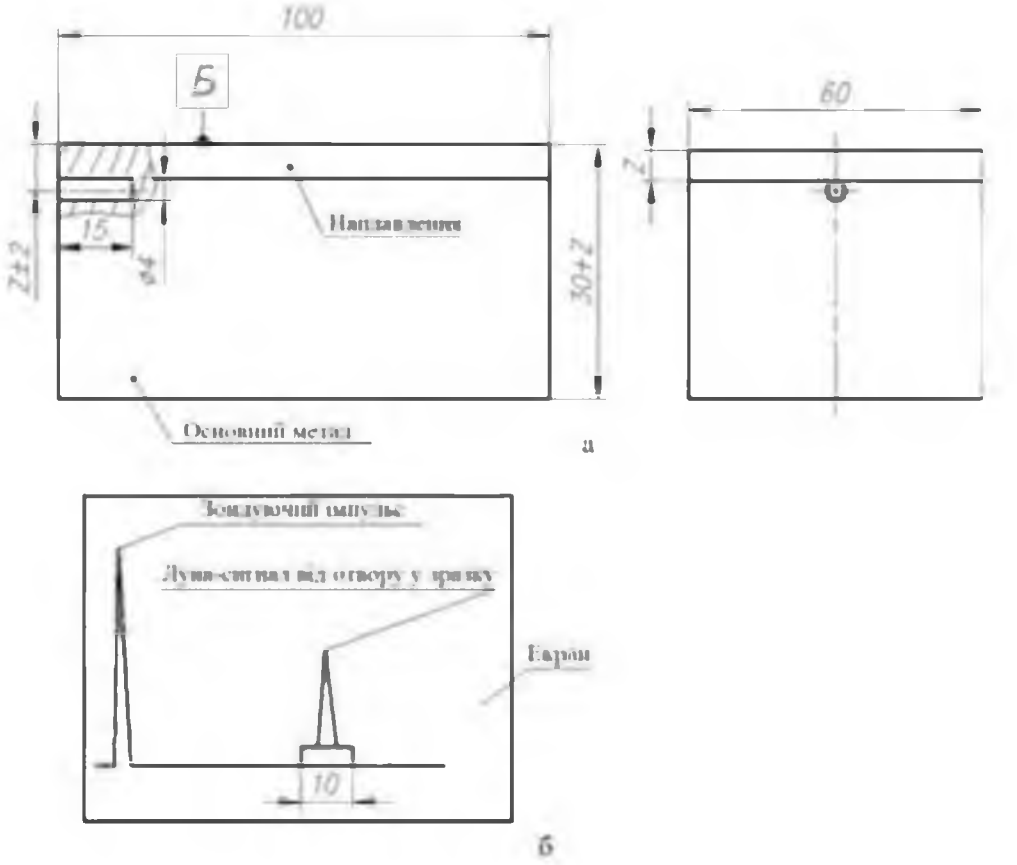
1 – передавач; 2 – наплавлення; 3, 4 – повздовжньо-поверхневі хвилі; 5 – тріщина; 6 – бічна хвиля; 7 – приймач; 8 – основний метал.

Рисунок Д.1 – Схема контролю наплавлення ДГХ

Д.3 Перед початком контролю поверхню наплавлення рекомендується розмітити на ділянки розміром приблизно 200 мм × 200 мм. Поверхню перед контролем покривають контактним середовищем.

Д.4 Налаштування діапазону часової розгортки дефектоскопа проводять за відбиттям повздожньо-поверхневих хвиль від вільного прямого двогранного кута виробу або ЕЗ. Налаштування чутливості проводять за плоскодонним отвором у ЕЗ.

Д.5 ЕЗ за рис. Д.2а виготовляють із тих самих сталей (основний метал) і за тією ж технологією, що і контрольований виріб. Товщина наплавлення зразка не повинна відрізнятися від наплавлення виробу більше ніж на + 0,5 мм. Шорсткість контактної поверхні випробувального зразка повинна відповідати шорсткості контактної поверхні Rz виробу, але не повинна бути більшою за Rz = 40 мкм.



z – товщина наплавлення.

Рисунок Д.2 – ЕЗ «а» і схема налаштування триавлості розгортки і чутливості «б»

Д.6 Налаштування діапазону часової розгортки проводять, виконуючи дії у такій послідовності:

Д.7.1 Встановлюють ДГХ на зразок таким чином, аби передня грань ДГХ співпадала із площиною торця зразка. Піднімають чутливість дефектоскопа до появи на екрані луна-сигналу, який відповідає відбиттю від торця зразка. При цьому луна-сигнал повинен прощупуватися пальцем, покритим контактним середовищем на глибині від 5 мм до 10 мм від контактної поверхні.

Д.7.2 Стробують луна-сигнал, як наведено на рис. Д.2б.

Д.7 Послідовность налаштування чутливості наведена в Д.8.1-Д.8.5.

Д.8.1 Встановлюють ДГХ на зразок таким чином, щоб його передня грань і дно отвору перебували в одній площині.

Д.8.2 Збільшують чутливість дефектоскопа до появи луна-сигналу від дна отвору у строб-імпульсі і, переміщуючи ДГХ, знаходять його максимум.

Д.8.3 Встановлюють бракувальний рівень чутливості. Для цього доводять висоту луна-сигналу на екрані до 20 мм над лінією розгортки (див. рис. Д.2б).

Д.8.4 Встановлюють пошуковий рівень чутливості підвищенням чутливості на 6 дБ відносно бракувального рівня.

Д.8.5 Контроль проводять на пошуковому рівні чутливості шляхом плавного переміщення ДГХ по поверхні наплавлення.

Д.8 Пошук несуцільностей проводять шляхом плавного порядкового сканування із кроком не більше половини діаметра перетворювача ДГХ (9 мм) зі швидкістю від 30 мм/с до 50 мм/с.

Д.9 Сканування проводять по поверхні наплавлення в напрямку, який є перпендикулярним і паралельним ходу стрічки або електрода для наплавлення. При цьому прозвучування здійснюють у двох взаємно протилежних напрямках із повертанням ДГХ навколо вертикальної осі на 30°, як наведено на рис. Д.3.

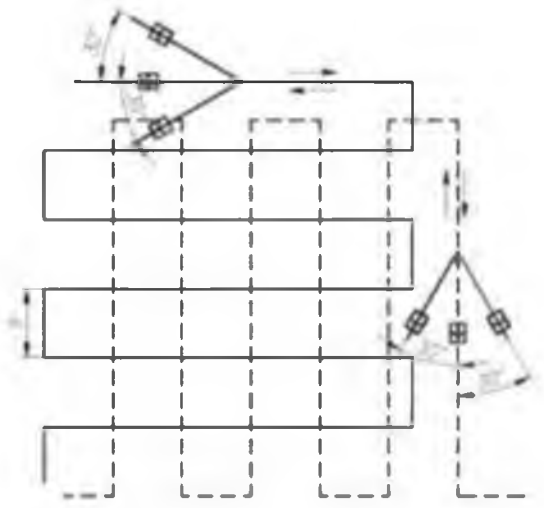
Д.10 У процесі контролю за розміченими ділянками перекриття меж ділянок повинно бути не меншим за крок сканування ДГХ.

Д.11 У процесі сканування необхідно забезпечувати постійний акустичний контакт ДГХ із поверхнею наплавлення.

Для спостереження за акустичним контактом ДГХ рекомендується слідкувати за сигналами, які проходять від передавача на приймач через наплавлення за найокротшою відстанню. Ці сигнали створюють шумовий фон, рівень якого від 16 дБ до 20 дБ відрізняється від бракувального рівня чутливості. Тому рекомендується використовувати дефектоскопи із більшим динамічним діапазоном екрану .

Д.12 Для полегшення виявлення несуцільностей рекомендується використовувати систему АСД-дефектоскопа зі звуковою та світловою сигналізацією.

Д.13 Несуцільність, ампітуда сигналу від якої дорівнює або перевищує амплітуду сигналу від плоскодонного отвору діаметром 4 мм у ЕЗ, є недопустимою.



Примітка. Стрілками позначені напрямки переміщення датчика.

Рисунок Д.3 – Траекторія сканування поверхні наплавлення

ДОДАТОК Е
(обов'язковий)

МЕТОДИКА НАЛАШТУВАННЯ ЧУТЛИВОСТІ ДЕФЕКТОСКОПА

Е.1. Налаштування чутливості по еталонному зразку зі еталонним відбивачем типу «зарубка»

Е.1.1 Бракувальний рівень

Е.1.1.1 Встановлюють чутливість, яка є достатньою для виявлення кутового відбивача у ЕЗ.

Е.1.1.2 Знаходять максимальний луна-сигнал від відповідного кутового відбивача, переміщуючи датчик по зразку.

Е.1.1.3 Змінюють луна-сигнал до прийнятого рівня на екрані дефектоскопа. При цьому запас чутливості повинен бути більшим або дорівнювати 15 дБ.

Е.1.2 Контрольний рівень

Підвищують чутливість дефектоскопа відносно бракувального рівня на 6 дБ.

Е.1.3 Пошуковий рівень

Підвищують чутливість дефектоскопа відносно бракувального рівня на 12 дБ.

Е.2. Налаштування чутливості у разі проведення УЗК із використанням АВД-діаграм (див. рис. Е.1 – рис. Е.2)

Е.2.1 Опорний рівень

Е.2.1.1 На відповідному зразку отримують максимальне значення опорного луна-сигналу від рекомендованого виробником дефектоскопа відбивача, який відповідає опорному рівню чутливості;

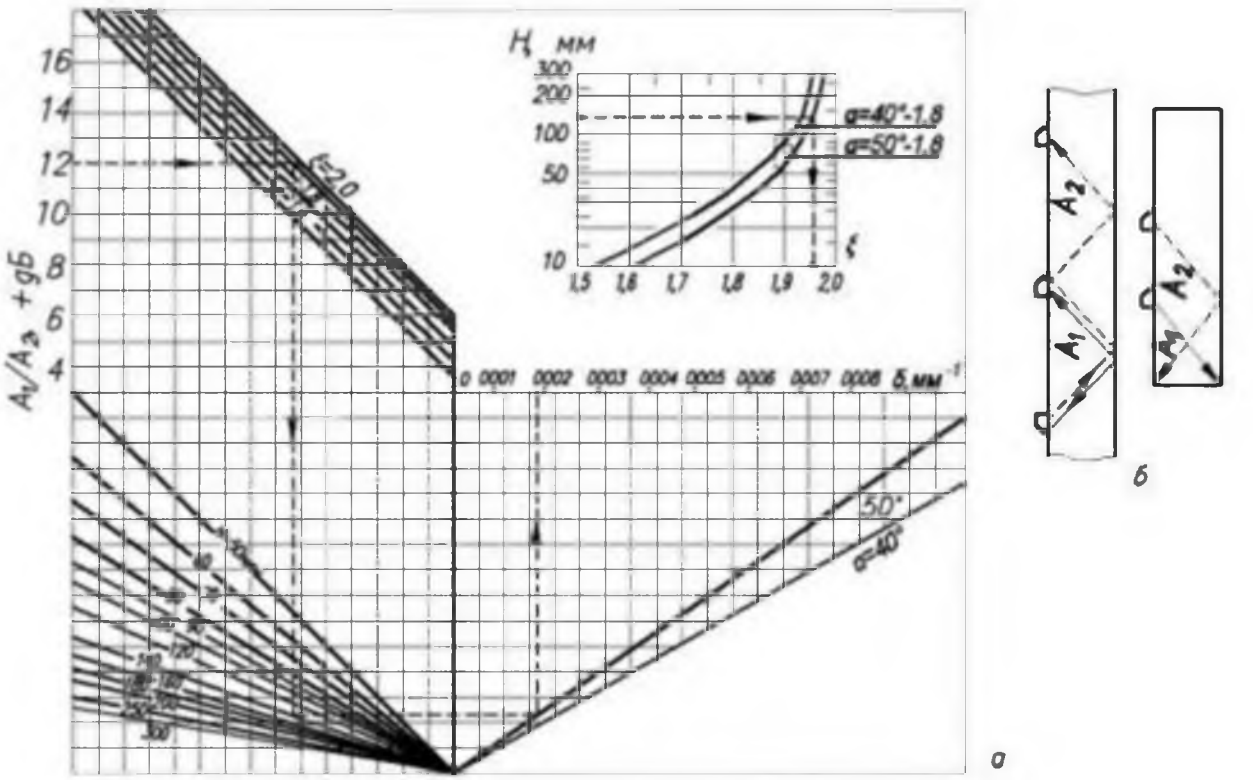
Е.2.1.2 Фіксують отримане значення відповідно до інструкції з експлуатації дефектоскопа.

Е.2.2 Бракувальний рівень

Е.2.2.1 Згідно з інструкцією з експлуатації дефектоскопа задають значення бракувального рівня чутливості в міліметрах, який відповідає максимально допустимому розміру несуцільності (діаметру).

Е.2.2.2 Для зварних з'єднань з товщиною стінки більше 150 мм вимірюють коефіцієнт затухання ультразвуку (якщо поправка на затухання не передбачена інструкцією з експлуатації дефектоскопа під час його налаштування). Для цього датчиком із кутами променю 40^{o} або 50^{o} і частотою 1,8 МГц вимірюють амплітуди A_1 і A_2 двох сигналів, які послідовно відбиваються від донної поверхні виробу або двогранного кута, як наведено на рис. Е.1б. За виміряною різницею сигналів A_1 - A_2 за допомогою номограми розраховують шукане значення коефіцієнта затухання (див. рис. Е.1, Е2).

Е.2.2.3 За номограмою (див. рис. Е.2) визначають поправку на затухання для датчика, який застосовують, виміряного коефіцієнта затухання і глибини залягання дефекту.



а - H – номінальна товщина; δ – коефіцієнт затухання; ξ – безрозмірний коефіцієнт. (Приклад. Дано: датчик α = 40°, f = 1,8 МГц; H = 140 мм; A_1/A_2 = 12 дБ. Відповідь: δ = 0,0017 мм $^{-1}$).

б - A_1 – амплітуда луна-сигналу від кута ЕЗ, одержана на прямому промені; A_2 – амплітуда луна-сигналу від кута ЕЗ, одержана на одноразово відбитому промені.

Рисунок Е.1 – Вимірювання коефіцієнта затухання

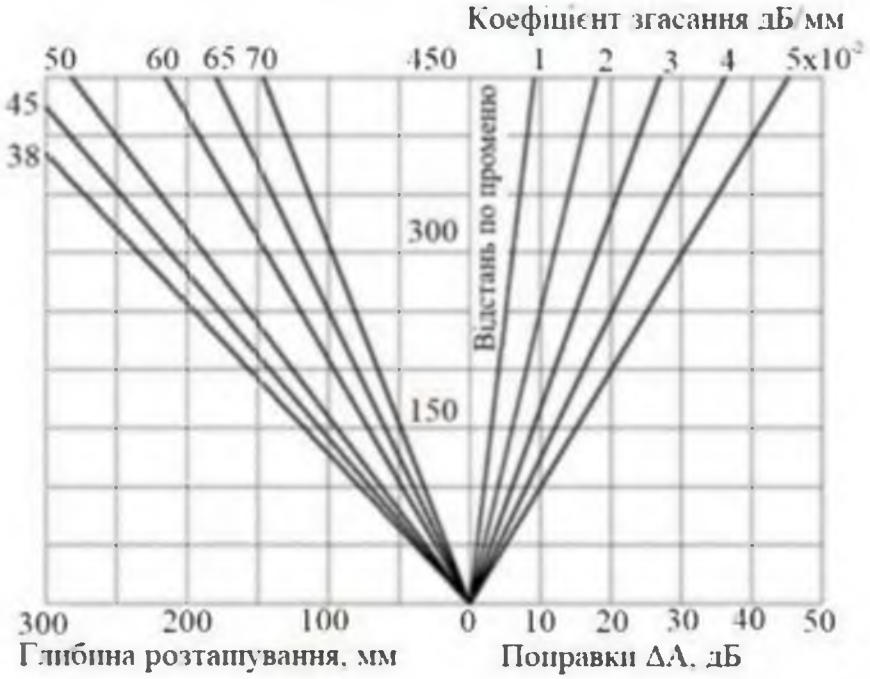


Рисунок Е.2 – Вимірювання поправки на затухання

Е.2.2.4 Згідно з інструкцією з експлуатації дефектоскопа будують АВД-діаграму для заданої еквівалентної площі (побудована АВД-крива є бракувальним рівнем чутливості).

Е.2.2.5 АВД–діаграми використовувати відповідно до інструкції з експлуатації (технічного опису) дефектоскопа, що застосовується.

Е.2.3 Контрольний рівень

Підвищують чутливість дефектоскопа відносно бракувального рівня на 6 дБ (якщо НД з оцінки якості не обумовлено інше значення).

Е.2.4 Пошуковий рівень

Підвищують чутливість дефектоскопа відносно бракувального рівня на 12 дБ (якщо НД з оцінки якості не обумовлено інше значення).

Е.3 Налаштування чутливості за допомогою SKH – діаграми

Е.3.1 Чутливість виявлення ($S_п$) у квадратних міліметрах дефектоскопа з КД (або еквівалентну площу S_e виявленого дефекту) дозволяється визначати за ЕЗ з циліндричним отвором або СО-2А чи СО-2 відповідно до виразу Е.1.

$$S_n = 10^{\frac{1}{20}[N_x-(N_0+\Delta N)]} \times \frac{b_0^{1/2} c_{t2}\left(H+r_1\frac{c_{t_1}\cos^2\alpha}{c_{t_2}\cos\beta}\right)^2}{2f\left(H_0+r_1\frac{c_{t_1}\cos^2\alpha}{c_{t_2}\cos\beta}\right)^{3/2}\cos^{1/2}\alpha} \times exp\left[2\frac{\delta_1(H-H_0)}{\cos\alpha}\right] \qquad (Е.1)$$

де N_0 – показання атенюатора, що відповідає послабленню луна-сигналу від бокового отвору в ЕЗ або в СО-2А, або СО-2 до рівня, при якому оцінюють чутливість виявлення, дБ;

N_x – показання атенюатора, при якому оцінюють чутливість виявлення дефектоскопа $S_п$ або при якому амплітуда луна-сигналу від досліджуваного дефекту досягає рівня, при якому оцінюють чутливість виявлення, дБ;

ΔN – різниця між коефіцієнтами прозорості межі клина датчика – метал контрольованого з'єднання та коефіцієнтом прозорості межі клина датчика – метал ЕЗ або СО-2А (або СО-2), дБ ($\Delta N \leq 0$).

При еталонуванні чутливості за ЕЗ, що має форму та чистоту поверхні таку ж, як і контрольоване, $\Delta N = 0$;

b_0 – радіус циліндричного отвору, мм;

c_{t2} – швидкість поперечної хвилі в матеріалі зразка та контрольованого з'єднання, м/с;

f – частота УЗ-коливань, МГц;

r_1 – середній шлях УЗ-хвиль у клині датчика, мм;

c_{t1} – швидкість поздовжньої хвилі у матеріалі клина, м/с;

α та β –кут променю ультразвукового променя в метал та кут клина датчика відповідно, град;

H – глибина, для якої оцінюється чутливість виявлення або на якій розташований дефект, що виявляється, мм;

H_0 – глибина розташування циліндричного отвору у зразку, мм;

δ_t – коефіцієнт згасання поперечної хвилі в металі контрольованого з'єднання та зразка, мм$^{-1}$.

Для спрощення визначення чутливості виявлення та еквівалентної площі рекомендується розрахувати та побудувати SKH-діаграму (див. рис. Е.3), що пов'язує чутливість виявлення $S_п$ (еквівалентну площу S_e), умовний коефіцієнт K виявлення

дефекту (K = Nx – N0 + |ΔN|) і глибину H, на яку оцінюється (налаштовується) чутливість виявлення або де розташований виявлений дефект.

Схожість розрахункових та експериментальних значень $S_п$ при α = (50±5)° не гірше за 20%.

Приклади

Контроль швів стикових зварних з'єднань листів товщиною 50 мм із маловуглецевої сталі виконують за допомогою КД з відомими параметрами: β, r1, ct1. Частота ультразвукових коливань, що збуджуються датчиком, перебуває в межах 26,5 МГц ± 10%. Коефіцієнт згасання $\delta t = 0{,}001$ мм$^{-1}$.

Під час вимірювання за контрольним зразком СО-2 встановлено, що α = 50° SKH-діаграма, розрахована для викладених умов та b_0 = 3 мм, H_0 = 44 мм за формулою (Е.1) наведена на рис. Е.3.

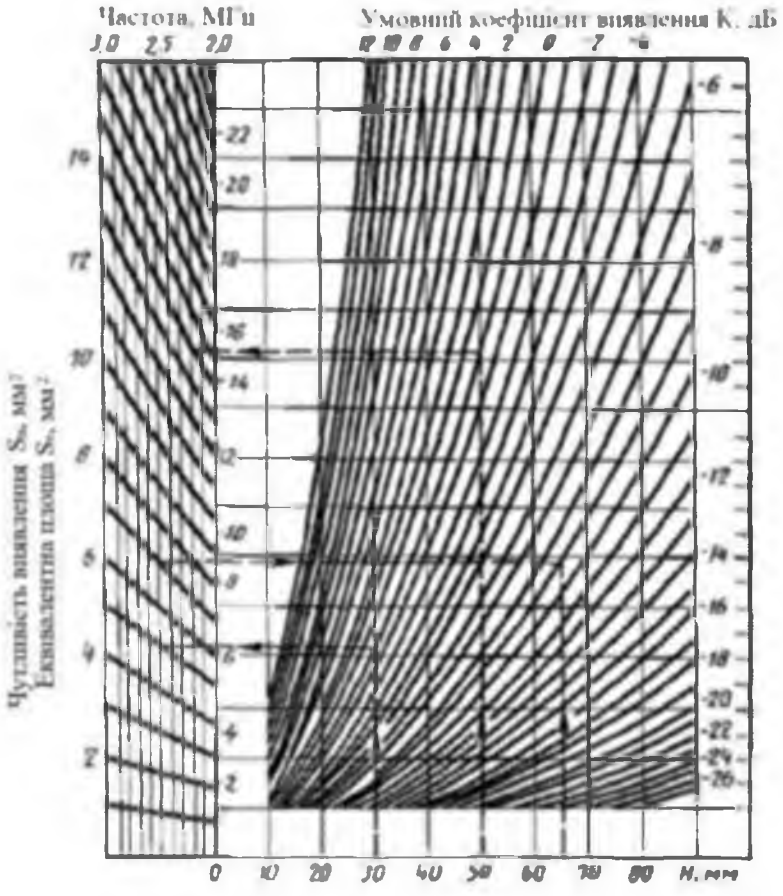


Рисунок Е3. – Побудова SKH – діаграми та визначення чутливість виявлення $S_п$ і еквівалентної площі S_e

Приклад 1.

Вимірюванням встановлено, що f = 2,5 МГц. Еталонування здійснюється за ЕЗ із циліндричним отвором діаметром 6 мм, розташованим на глибині H0 = 44 мм; форма та чистота поверхні зразка відповідає формі та чистоті поверхні контрольованого з'єднання.

Показання атенюатора, що відповідають максимальному ослабленню, при якому звуковим індикатором ще реєструється луна-сигнал від циліндричного отвору в зразку, становить N0 = 38 дБ.

Потрібно визначити чутливість виявлення при цьому налаштуванні дефектоскопа (Nx = N0 = 38 дБ) для пошуку дефектів на глибині H = 30 мм.

Необхідне значення чутливість виявлення на SKH-діаграмі відповідає точці перетину ординати H = 30 мм із лінією K = Nx - N0 = 0 і становить Sп ≈ 5 мм^2.

Потрібно налаштувати дефектоскоп на чутливість виявлення Sп = 7 мм^2 для глибини розташування дефектів H = 65 мм, N0 = 38 дБ.

Заданим значенням $S_п$ і H за SKH-діаграмою відповідає K = Nx - N0 = - 9 дБ.

Тоді $N_x = K + N_0 = -9 + 38 = 29$ дБ.

Приклад 2.

Вимірюванням встановлено, що f = 2,2 МГц. Налаштування здійснюється за зразком СО-2 (H0 = 44 мм). Шляхом порівняння амплітуд луно-сигналів від однакових циліндричних отворів у листах контрольованого з'єднання і контрольним зразком СО-2 встановлено, що ΔN = – 6 дБ.

Показання атенюатора, що відповідають максимальному ослабленню, при якому ще звуковим індикатором фіксується луна-сигнал від циліндричного отвору СО-2, становить N0 = 43 дБ.

Потрібно визначити еквівалентну площу виявленого дефекту. Відповідно до вимірювань глибина розташування дефекту H = 50 мм, а показання атенюатора, при якому ще фіксується луно-сигнал від дефекту, Nx = 37 дБ.

Необхідне значення еквівалентної площі S_e виявленого дефекту SKH-діаграмі відповідає точці перетину ординати H = 50 мм з лінією K = Nx – (N0 + ΔN) = 37 – (43 – 6) = 0 дБ і становить $S_e \approx 14$ мм^2.

Е.4. Налаштування часового регулювання чутливості

Налаштування чутливості проводиться відповідно до вимог інструкції з експлуатації (технічного опису) дефектоскопа, який застосовується. У разі налаштування ЧРЧ датчиком з фазованою решіткою, бракувальний рівень чутливості встановлюється шляхом корекції амплітуди відносно відбивача, який передбачений НД з оцінки якості на кутах відповідно до таблиці 1 цього стандарту.

ДОДАТОК Ж
(довідковий)

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ПЛОЩІ ДЕЯКИХ ВІДБИВАЧІВ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ В ЕТАЛОННИХ ЗРАЗКАХ

Ж.1 В УЗК використовуються чотири основних типи відбивачів – плоскодонний отвір, кутовий відбивач (висотою не більшою за 2 мм) і циліндричний отвір. Усі зазначені типи відбивачів є рівноцінними для налаштування чутливості та оцінювання еквівалентної площі несуцільностей.

Ж.2 Традиційно еквівалентні розміри виявлених несуцільностей вимірюються величиною площі плоскодонного отвору, розташованого на тій самій глибині, що і виявлена несуцільність. Прийнято, що амплітуди сигналів від несуцільності та плоскодонного отвору мають бути однаковими, відповідно розміри несуцільності вважаються еквівалентними площі цього плоскодонного отвору. В іншому випадку несуцільності будуть вважатися не рівноцінними (не еквівалентними).

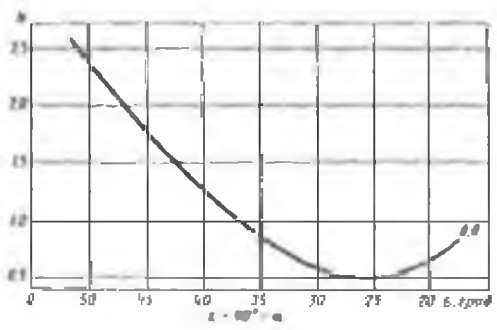
Ж.3 У НД з УЗК зазначена чутливість виявлення (бракувальний рівень), виражена величиною площі плоскодонного отвору. У разі проведення налаштування не за плоскодонними отворами, а за кутовими відбивачами або бічними свердліннями, слід правильно встановлювати взаємну відповідність розмірів між цими відбивачами. В деяких випадках як додатковий відбивач використовують вертикальне свердління. В таблиці Ж.1 наведені формули, що дозволяють виразити розміри відбивачів через площу (діаметр) плоскодонного отвору.

Ж.4 Формули, зазначені в таблиці Ж.1, забезпечують отримання точного значення розміру відбивача у разі виконання таких умов:

а) довжина хвилі набагато менша за розміри несуцільності (відбивача);

б) відношення розміру відбивача до довжини ультразвукової хвилінабагато більші за 1. Так, зокрема, «зарубка» 0,8 мм × 2 мм відповідає еквівалентній площі 0,8 мм^2 для кута введення 65°. Довжина ультразвукової хвилі в сталі за частоти 5 МГц дорівнює 0,7 мм.

Якщо умова «а» не виконується, це свідчить про перебування в зоні, близькій до резонансної, де точне значення отримати складно. З цієї причини точність формул (таблиця Ж.1) та їх відповідність між собою буде підтверджуватися статистично, але в кожному конкретному випадку може не співпадати з експериментальними вимірюваннями, тим більше, чим гірше виконуються зазначені умови.



де, N – коефіцієнт залежності перерахунку еквівалентної площі плоскодонного відбивача в еквівалентну площу кутового відбивача та вертикального отвору; α –кут променю.

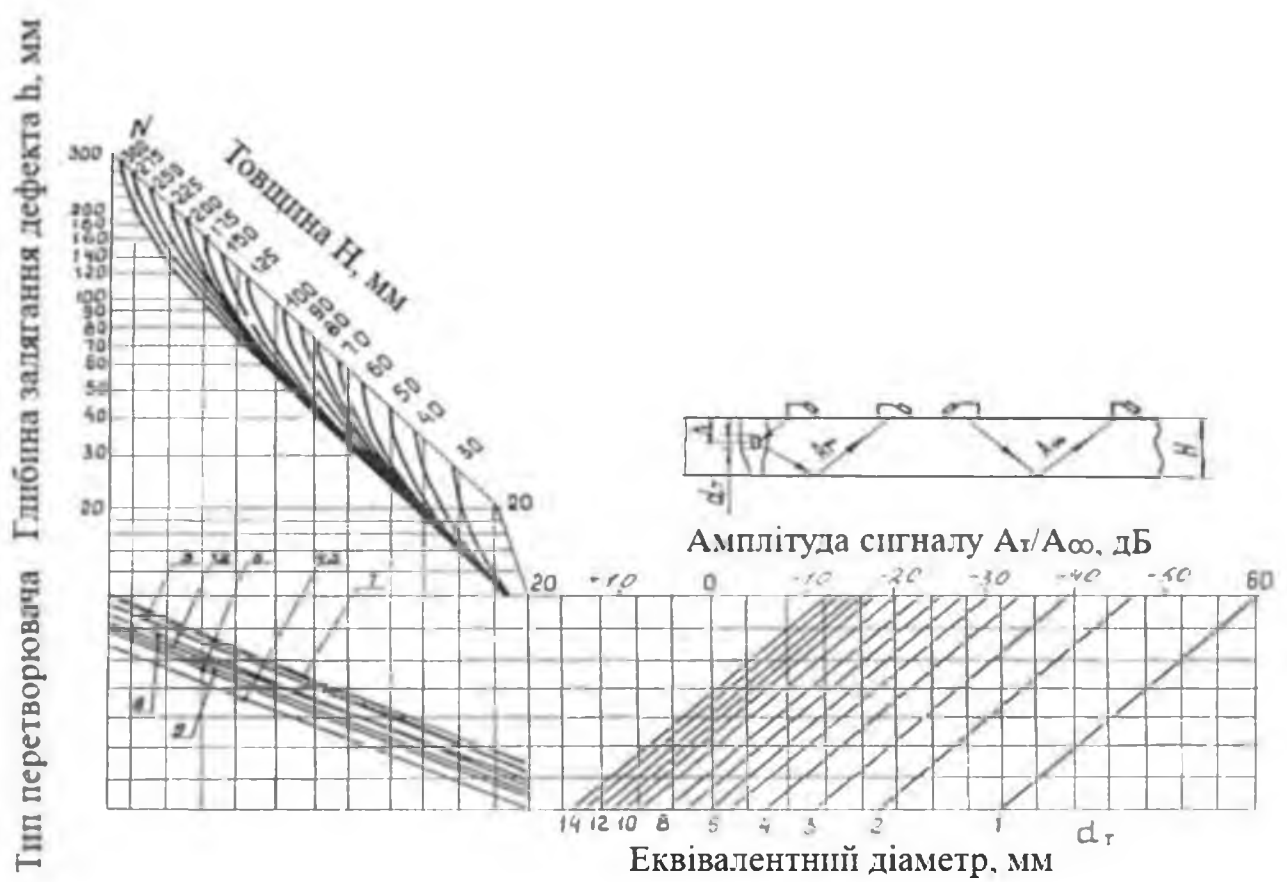
Рисунок Ж.1 – Графік залежності коефіцієнта «N» від кута введення ультразвукового променя «α»

Таблиця Ж.1 – Визначення еквівалентної площі відбивачів

Тип відбивача	Формула перерахунку	Примітки
1	2	3
Кутовий відбивач («зарубка»)	$Sекв = NSзар$ (Ж.2)	Ширина та висота кутового відбивача повинні бути більшими за довжину ультразвукової хвилі. Відношення висоти до ширини повинно бути від 0,5 до 4. Коефіцієнт N визначається кутом введення променю (див. рис. Ж.1). Під час розрахунку еквівалентної площі кутових відбивачів "зарубок" зразків з товщиною більшою за 12 мм, необхідно перевірити розраховану еквіваленту площу за допомогою АВД-діаграми. Якщо розрахована еквівалентна площа відрізняється від визначеної еквівалентної площі більш, як на ± 2 дБ (п.п.10.6.8), то коефіцієнт перерахунку N визначається за формулою: N= Sавд/S, де Sавд - площа кутового відбивача, визначена за допомогою АВД-діаграми, S - площа кутового відбивача.
Боковий отвір	$S_{екв} = \frac{\lambda}{2}\sqrt{\frac{h \cdot d_{вцил}}{2 \cdot \cos(\alpha)_{сегм}}}$ (Ж.3)	Довжина отвору повинна бути більше апертури променю (для звичної практики контролю достатньо 25 мм або більше). Позначення: λ – довжина ультразвукової хвилі; h – глибина центра отвору від точки введення; $d_{цил}$ – діаметр циліндричного отвору; α –кут променю ультразвуку
Вертикальний отвір	$S_{екв} = N \cdot \left(\frac{d_{вцил}}{6.5} + 1\right)$ (Ж.4) $S_{екв} = N\lambda\sqrt{\frac{d_{вцил} \cdot r}{8 \cdot \sin\alpha}}$ (Ж.5)	Позначення: *двцил* — діаметр вертикального отвору; λ – довжина ультразвукової хвилі; α –кут променю датчика; r – відстань датчик –відбивач; N – коефіцієнт, який визначається кутом введення променю (напрямком падіння). Під час контролю об'єктів з товщиною до 6 мм включно для розрахунку еквівалентної площі слід застосовувати формулу (Ж.4). При цьому Коефіцієнт N визначається кутом введення променю (див. рис. Ж.1). Під час контролю об'єктів з товщиною більшою за 6 мм і до 12 мм включно для розрахунку еквівалентної площі слід застосовувати формулу (Ж.5). При цьому Коефіцієнт N визначається кутом введення променю (див. рис. Ж.1). Під час контролю об'єктів з товщиною більшою за 12 мм для розрахунку еквівалентної площі слід застосовувати формулу (Ж.5). Під час розрахунку еквівалентної площі вертикальних отворів зразків з товщиною більшою за 12 мм необхідно перевірити розраховану еквіваленту площу за допомогою АВД-діаграми.

ДОДАТОК И
(обов`язковий)

АВДТ – ДІАГРАМА МЕТОДУ ТАНДЕМ – ГРАФІК ЗАЛЕЖНОСТІ АМПЛІТУДИ ЛУНА-СНГНАЛУ ВІД ВІДСТАНІ ДО НЕСУЦІЛЬНОСТІ ТА ЕКВІВАЛЕНТНОГО ДІАМЕТРА НЕСУЦІЛЬНОСТІ



Ат – амплітуда сигналу на приймачі від плоскодонного відбивача dт; dт – діаметр плоскодонного відбивача; А∞ – амплітуда сигналу на приймачі від донної поверхні зразка (∞ площина).

Рисунок И.1 – АВД-діаграма методу тандем (АВДТ-діаграма): 1 -ПРИЗ 1,8- 30°; 2 -ПРИЗ 1,8-40°; 3 - ПРИЗ 1,8-50°; 4 - ПРИЗ 2,5-30°; 5-ПРИЗ 2,5-40°; 6 - ПРИЗ 2,5-50°; 7 - ИЦ 1,8-50° (ПНЦ); 8 - ИЦ 1,8-30°, 1,8-40° (ПНЦ), WB35-2N, MWB35-2N; 9 - ИЦ 2,5-30°, 40°, 50° (ПНЦ), WB45-2N, MWB45-2N

ДОДАТОК К
(обов'язковий)

МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ СФЕРИЧНИХ КОРПУСІВ ЗАСУВОК ТРУБОПРОВОДІВ

К.1 Ця методика визначає порядок і технологію УЗК діаметральних зварних з'єднань сферичних корпусів засувок із сталей марок 15ГС, 15Х1МФ, 12Х1М1Ф з діаметрами умовного проходу Ду-100, Ду -125, Ду -150, Ду - 175, Ду -200 і Ду -250.

К.2 Під час контролю застосовуються КД з кутом клина 30° і 40° (кут променю 40° і 50°) на частоту 2,5 МГц. Датчики повинні мати паспорт і пройти перевірку та метрологічне підтвердження відповідно до вимог розділу 8.

К.2.1 Перед контролем обробляють контактну поверхню клина датчика. Обробка здійснюється на координатному станку свердлом із діаметром, який є більшим або дорівнює 40 мм. Попередньо свердло заточують таким чином, щоб радіус різальних крайок дорівнював радіусу R сферичної зовнішньої поверхні корпусу. Радіуси обробленої контактної поверхні клина і різальних крайок можуть бути меншими за радіус сферичної поверхні контрольованого виробу, але не більше ніж на 15 мм.

К.2.2 Перед обробленням проводять розмітку клина. Для цього знаходять і відмічають на бічній поверхні вказівну точка датчика «О». Переносять знайдену вказівну точка датчика «О» з бічної на контактну поверхню, для цього на контактній поверхні проводять відрізок, який проходить через вказівну точка датчика «О'» та є перпендикулярним до бокової поверхні.

К.2.3 Проведений на контактній поверхні відрізок ділять навпіл і через точку поділу (вказівну точка датчика «О'») проводять пряму, що є перпендикулярною до відрізка, (тобто перпендикулярну також до передньої грані датчика).

К.2.4 На проведеній прямій знаходять точку дотику клина із свердлом. Для цього від точки введення «О'» в напрямку, що є протилежним передній грані, відкладають відрізок, який дорівнює 3,0 мм для клинів із кутом 30° і 1,0 мм – з кутом 40°.

К.2.5 Перед обробленням датчик встановлюють так, щоб контактна поверхня була горизонтальною, і точку дотику свердла суміщають з поверхнею клина у точці, знайденій відповідно до К.2.4.

К.2.6 Під час оброблення на станку свердло заглиблюють у клин датчика на глибину $\delta = 2{,}0$ мм, якщо R від 120 мм до 200 мм включно, і $\delta = 1{,}0$, якщо R понад 200 мм для клина з кутом 30°, $\delta = 1{,}2$ мм для клина з кутом 40° незалежно від R.

К.2.7 Після оброблення контактної поверхні визначають вказівну точка датчика.

К.3 Для здійснення технологічних операцій контролю використовують ЕЗ, виготовлені за рис. К1. Параметри ЕЗ розраховують за формулами:

$$\varphi = \arccos\left(\frac{\sin\alpha}{1-h'/R}\right) \qquad (К.1)$$

$$\frac{Z}{R} = \left[\arcsin\left(\frac{\sin\alpha}{1-h'/R}\right) - \alpha\right](\pi/180^\circ), \qquad (К.2)$$

де, Z – відстань від точки введення до вісі плоскодонного відбивача;

R – радіус кривизни поверхні ЕЗ;

α –кут променю променю;

h' – максимальна відстань між зовнішньою твірною ЕЗ і плоскодонним відбивачем;

π = 3.14; φ – кут між радіусом і передньою гранню ЕЗ.

К.4 Для контролю зварних з'єднань корпусів засувок рекомендуються параметри ЕЗ, представлені у табл. К.1.

Діаметр (*d*) плоскодонних відбивачів обирають відповідно до вимог чинних НД.

Таблиця К.1 – Параметри ЕЗ для контролю зварних з'єднань корпусів засувок

Параметр	Кут променю α, град.					
	40			50		
	Діаметр умовного проходу					
	Ду-100-150	Ду-175-200	Ду-250	Ду-100-150	Ду-175-200	Ду-250
R, мм	135	230	250	135	230	250
H, мм	30	45	72	30	45	72
φ, град	30	33	25	14	22	7
γ, град	7	7	7	7	7	7
Z_0, мм	46	73	118	58	80	150
l, мм	28	48	70	26	42	60

К.5 Після оброблення контактної поверхні клина датчиків визначають відповідність кутів введення (відстань Z_0) даним таблиці К.1.

К.5.1 Встановлюють датчик на відповідний зразок (див. рис. К.1) і знаходять максимальний луна-сигнал від плоскодонного отвору з найбільшим діаметром, розташованого на максимальній глибині.

К.5.2 Визначають відстань (по сферичній поверхні) Z_0 від точки введення до торця (передньої грані) зразка (див. рис. К.1).

К.5.3 Порівнюють виміряне значення Z_0 із заданим у табл. К.1. Датчик допускається до застосовування, якщо виміряна відстань Z_0 не відрізняється від значення Z_0, наведеного в таблиці, більше ніж на ± 3 мм. В іншому випадку датчик слід замінити.

К.6 Під час контролю на початку та наприкінці зміни перевіряють придатність датчика відповідно до К.5. Якщо в кінці зміни виявлена непридатність датчика відповідно до К.5, то усі проконтрольовані за зміну корпуси засувок повинні бути проконтрольовані знову.

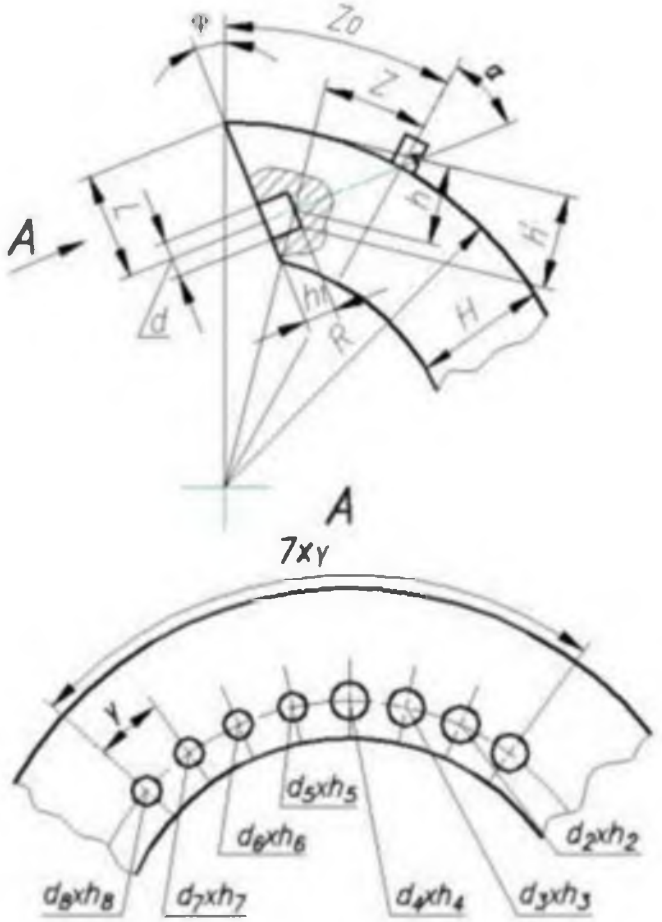
К.7 У процесі контролю клина датчиків сточуються та змінюєтьсякут променю, тому для його стабілізації рекомендується використовувати датчикі зі вставками

(перетворювачами, роз'ємом тощо), які мають можливість пересуватися по поверхні клина.

К.8 Контроль проводять шляхом сканування датчиком по сферичній поверхні, чистота оброблення поверхні повинна бути не більшою за Rz = 40 мкм. Ширина підготовленої до контролю зони з кожного боку шва забезпечується відповідно до вимог ТКК.

К.9 Не допускається використання датчиків, якщо виміряні значення h і Z відрізняються від істинних значень h і Z відбивачів у ЕЗ більше ніж на ± 2 мм.

К.10 Налаштування чутливості дефектоскопа проводять за плоскодонними відбивачами в ЕЗ. Бракувальний рівень (максимально допустиму еквівалентну площу) встановлюють за відбивачами в ЕЗ (див. рис. К.1) із найбільшою площею.



Z – відстань від точки введення до вісі плоскодонного відбивача; R – радіус кривизни зовнішньої поверхні ЕЗ; α –кут променю променю; h' – максимальна відстань між зовнішньою твірною ЕЗ і плоскодонним відбивачем; φ – кут між радіусом і передньою гранню ЕЗ; Z_o – відстань від точки введення до передньої грані ЕЗ; h – глибина залягання плоскодонного відбивача; h1 – глибина свердління плоскодонного отвору; H – товщина ЕЗ; γ – відстань між осями плоскодонних відбивачів; d – діаметр плоскодонного відбивача; L – відстань від верхньої твірної ЕЗ до вісі плоскодонного відбивача.

Рисунок К.1 – ЕЗ для налаштування дефектоскопа

К.11 У разі виявлення несуцільності її виміряні характеристики слід порівнювати з характеристиками від плоскодонного відбивача, розташованого на глибині, що є найближчою до глибини виявленої несуцільності.

К.12 Контроль проводять прямим променем з двох боків зварного з’єднання двома датчиками з кутом променю 40^{o} і 50^{o}.

К.13 Оцінювання допустимості несуцільності проводять відповідно до розділу 11 цього стандарту.

К.14 Метрологічне підтвердження, калібрування/повірку датчиків, налаштування дефектоскопа, проведення контролю і визначення характеристик несуцільностей здійснюють у послідовності, викладеній у розділах 8 – 11 цього стандарту.

ДОДАТОК Л
(довідковий)

МЕТОДИКА РОЗПІЗНАВАННЯ ТИПУ ДЕФЕКТІВ ЗА КОЕФІЦІЄНТОМ ФОРМИ

Л.1 Розпізнавання типу дефекту під час контролю методом тандем

Л.1.1 До площинних або об'ємних несуцільностей, виявлених під час УЗК, належать тріщини, несплавлення по крайках, непровари; до об'ємних несуцільностей – шлак і газові включення, шлакові трубки, пори та зони пористості.

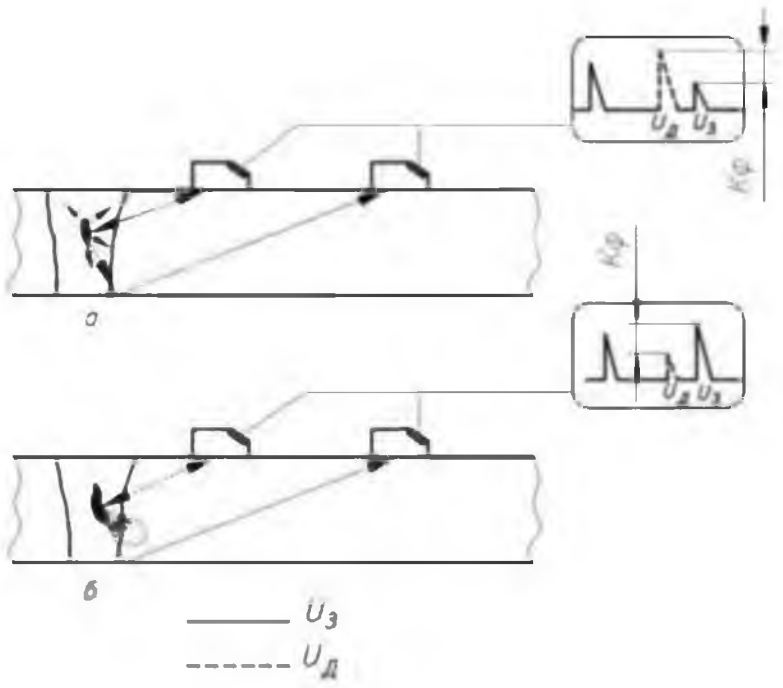
Несуцільності, які розташовані поблизу поверхні виробу, за цією методикою не розпізнаються.

Л.1.2 Методика поширюється на стикові зварні з'єднання деталей з еквідистантними поверхнями товщиною від 60 мм до 300 мм.

Методика не поширюється на зварні з'єднання литих деталей, деталей із антикорозійним наплавленням, а також із біметалу.

Л.1.3 Розпізнавання площинних і об'ємних несуцільностей здійснюється шляхом вимірювання коефіцієнта форми несуцільності (Кф).

Л.1.4 Кф визначається шляхом порівняння амплітуди луна-сигналу від несуцільності у напрямку датчика з амплітудою луна-сигналу (Uд), який пройшов від одного датчика до другого і відбився від несуцільності та від внутрішньої поверхні виробу з амплітудою луна-сигналу (Uз). Кф вимірюють під час контролю методом тандем двома КД (див. рис. Л.1). Оцінювання типу несуцільності за Кф обумовлено різницею в характері відбитого від об'ємних і плоских несуцільностей ультразвукового поля (див. рис. Л.1).



Кф – коефіцієнт форми несуцільності; Uд, Uз – луна-сигнали.

Рисунок Л.1 – Осцилограми об'ємних «а» і площинних «б» несуцільностей

Л.1.5 Вимірювання проводять за допомогою серійних дефектоскопів і однотипних датчиків з кутом променю 50° або 40° на частоту 1,8 МГц або 2,5 МГц.

Рекомендується використовувати той тип датчика, яким проводився пошук несуцільності.

Л.1.6 Абсолютна різниця у величині кутів нахилу датчиків не повинна перевищувати 1°.

Л.1.7 Датчики повинні мати однакову чутливість. Датчики вважають рівночутливими, якщо в результаті прозвучування кожним із них послідовно одного і того ж відбивача у СО №1 або у ЕЗ амплітуди луна-сигналів відрізняються не більше ніж на 1 дБ.

Якщо з датчиків, що перебувають у розпорядженні оператора, не вдається підібрати два рівних за чутливістю й однотипних, тоді для вирівнювання чутливості слід включити послідовно в ланцюг одного із датчиків змінний опір від 0,5 кОм до 1,0 кОм.

Л.1.8 Під час проведення вимірювань слід враховувати наявність зони «непрозвучування» (див. рис. Л.2) – шару металу, в якому несуцільність не може бути достовірно оцінена за Кф. Величина h цієї зони може бути зменшена за рахунок використання датчиків менших габаритних розмірів (наприклад, застосування датчиків із кутом променю 50° частотою 2,5 МГц замість датчиків із кутом променю 50° частотою 1,8 МГц зменшує зону «непрозвучування» на 8 мм). Якщо під час контролю є доступ до зварного з'єднання з обох поверхонь зварених елементів, датчики встановлюють на тій поверхні, до якої несуцільність розташована ближче.

Якщо конструкція зварного з'єднання не забезпечує можливість роботи двома датчиками, то вимірювання Кф не виконується.

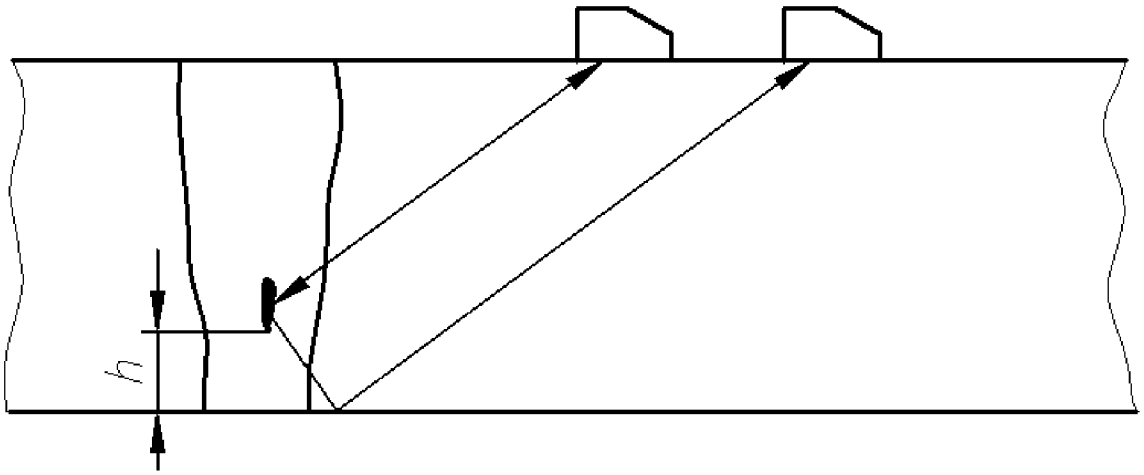
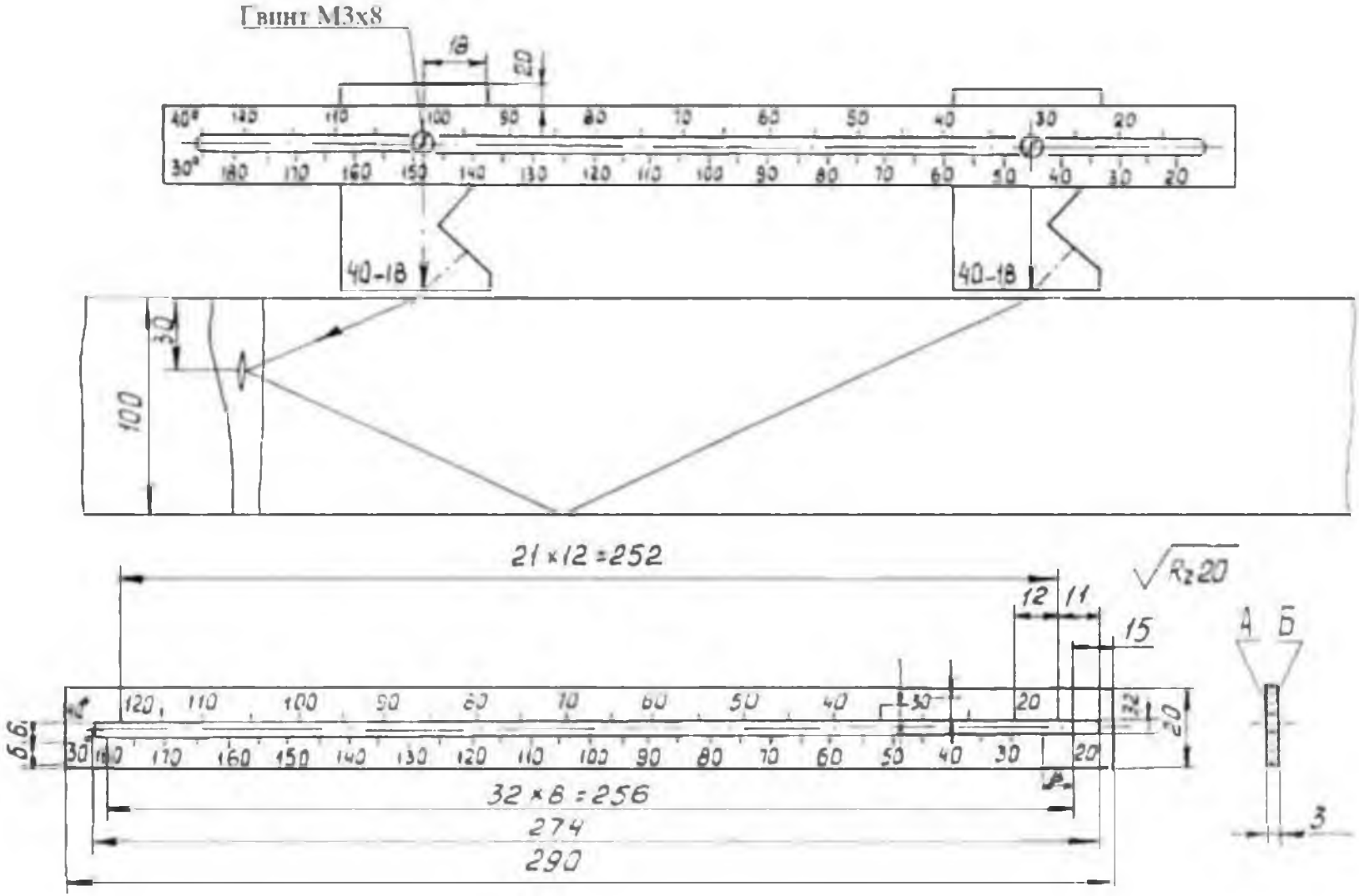


Рисунок Л.2 – Зона «непрозвучування» «h» у разі вимірювання коефіцієнта форми несуцільності

Л.1.9 Для проведення вимірювань датчикі необхідно підключити до дефектоскопа за двоелементною схемою.

Л.1.10 Чутливість дефектоскопа у момент вимірювання повинна забезпечувати можливість спостереження на екрані хоча б одного із двох сигналів.



Примітка. Матеріал – дюралюміній; поверхні А і Б полірувати; ширина довгих рисок 0,8 см; коротких рисок – 0,5 см; шрифт ПО-3 гравірувати; для зварних швів товщиною більше 120 мм (для датчиків 40°) і 180 мм (для датчиків 30°) шкалу продовжити, збільшивши відповідно довжину шаблона.

Рисунок Л.3 – Напрямний шаблон

Л.1.11 Обидва датчики встановлюють і переміщують один за одним по контрольованій поверхні у одній вертикальній площині з метою пошуку максимального луна-сигналу Uз.

Положення луна-сигналу Uз на лінії розгортки не залежить від глибини розташування та відповідає положенню луна-сигналу від нижнього кута ЕЗ, товщина якого дорівнює товщині контрольованого зварного з'єднання під час проведення контролю одним датчиком. Орієнтовна відстань між датчиками, що відповідає максимальному сигналу, може бути визначена за допомогою рисунка Л.4, на якому наведений приклад вимірювання Кф несуцільності, розташованої на глибині 35 мм у зварному з'єднанні товщиною 80 мм, максимальний рівень сигналу досягається за відстані між датчиками ≈ 110 мм.

Л.1.12 Вимірювання здійснюється за діапазоном часової розгортки, налаштованої для контролю зварного з'єднання.

У процесі вимірювань рекомендується використовувати напрямну лінійку (див. рис. Л.3). Лінійка обладнана шкалами – покажчиками положення датчика, за якого забезпечується отримання максимального відображення сигналу від дефекту. Шкалу «40°» використовують у випадках вимірювання датчиком із кутом клина «40°», а шкалу «50°» – із кутом клина «50°». Датчики з'єднуються з лінійкою через напрямний паз за допомогою гвинтів, які вільно ковзають в пазу. Під час вимірювань датчики встановлюють так, щоб вказівна точка датчика переднього датчика перебувала під поділкою шкали, що дорівнює товщині зварного з'єднання, а вказівна точка датчика заднього датчика – під поділкою, що дорівнює глибині залягання несуцільності.

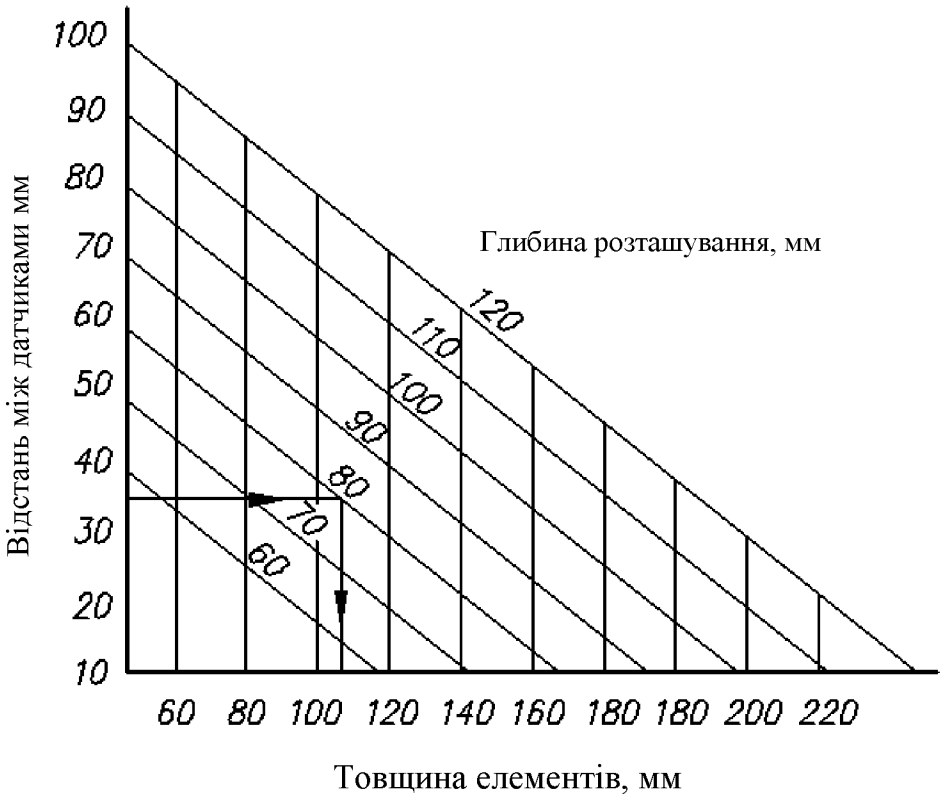


Рисунок Л.4 – Вимірювання відстані між датчиками у разі визначення коефіцієнта форми

Л.1.13 Коефіцієнт форми Кф вимірюють при фіксованому положенні датчиків, яке відповідає максимальному луна-сигналу Uз. При цьому чутливість зменшують

таким чином, щоб на екрані дефектоскопа було видно верхівки луна-сигналів Uз і Uд або одного з них.

Л.1.14 Коефіцієнт форми Кф вважається позитивним – якщо висота луна-сигналу Uд на екрані дефектоскопа є більшою за висоту луна-сигналу Uз; таким, що дорівнює 0 дБ – якщо Uд відрізняється від Uз не більше ніж на 1 дБ; негативним – якщо Uд є меншим ніж Uз.

Л.1.15 Несуцільність вважається: об’ємною – якщо Кф має позитивне або таке, що дорівнює 0 дБ, значення; площинною – якщо Кф має негативне значення.

Л.1.16 Кожна несуцільність оцінюється за Кф під час УЗК з двох боків зварного з’єднання. Вимірювання Кф несуцільності з умовною протяжністю більшою за 30 мм слід виконувати не менше ніж у трьох перерізах несуцільності.

Оцінювання типу несуцільності слід виконувати за найменшим із виміряних значень Кф.

ДОДАТОК М
(довідковий)

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КОНФІГУРАЦІЇ ТА ОРІЄНТАЦІЇ НЕСУЦІЛЬНОСТЕЙ У ВИПАДКУ ЗМІНИ КУТА СПОСТЕРЕЖЕННЯ

М.1 Ця методика визначає порядок і критерії оцінювання конфігурації та орієнтації виявлених несуцільностей за результатами озвучування їх під різними кутами.

М.2 За конфігурацією несуцільності розділяють на площинні та об'ємні. До площинних несуцільностей належать тріщини, несплавлення по крайках, непровари; а до об'ємних несуцільностей – шлак і газові включення, шлакові трубки, пори і зони пористості.

М.3 Вимірювання проводять датчиками зі змінним кутом променю на частоті 1,8 МГц.

Положення датчика на поверхні виробу і кут променю в будь-який момент сканування повинні забезпечувати проходження центрального УЗ-променю через епіцентр відбиття.

Допускається проведення вимірювань комплектом із окремих датчиків з кутами променю від 40° до 65° і кроком, що є меншим або дорівнює 5°.

М.4 Вимірювання проводять у такому порядку:

М.4.1 Встановлюють кут променю датчика таким, що дорівнює куту, за якого у процесі штатного контролю була виявлена оцінювана несуцільність. Знаходять максимум сигналу та визначають глибину залягання епіцентру відбиття.

М.4.2 Налаштування діапазону часової розгортки проводять за боковим отвором, розташованим на глибині залягання несуцільності, за умови максимального кута введення.

М.4.3 Чутливість дефектоскопа повинна забезпечувати можливість виявлення несуцільності в усьому діапазоні кутів.

М.4.4 Вимірюють амплітуди луна-сигналів від несуцільності за умови різних кутів введення (див. рис. М.1а).

М.4.5 Вимірюють амплітуду луна-сигналів від бокового отвору, розташованого на глибині залягання несуцільності (опорний луна-сигнал) за умови тих самих кутів введення (див. рис. М.1б).

М.4.6 За результатами вимірювань будують нормовану за ненаправленим відбивачем (боковим отвором) огинаючу луна-сигналів від несуцільності (див. рис. М.1в):

$$A = A_{\text{д}} - A_{\text{оп}} \qquad \text{(М.1)}$$

де А – нормована амплітуда луна-сигналу від несуцільності;
$A_{\text{д}}$ – амплітуда луна-сигналу від несуцільності;
$A_{\text{оп}}$ – амплітуда луна-сигналу від бокового свердління.

М.4.7 Під час проведення вимірювань окремими датчиком визначають еквівалентні площі несуцільності для кожного кута променю.

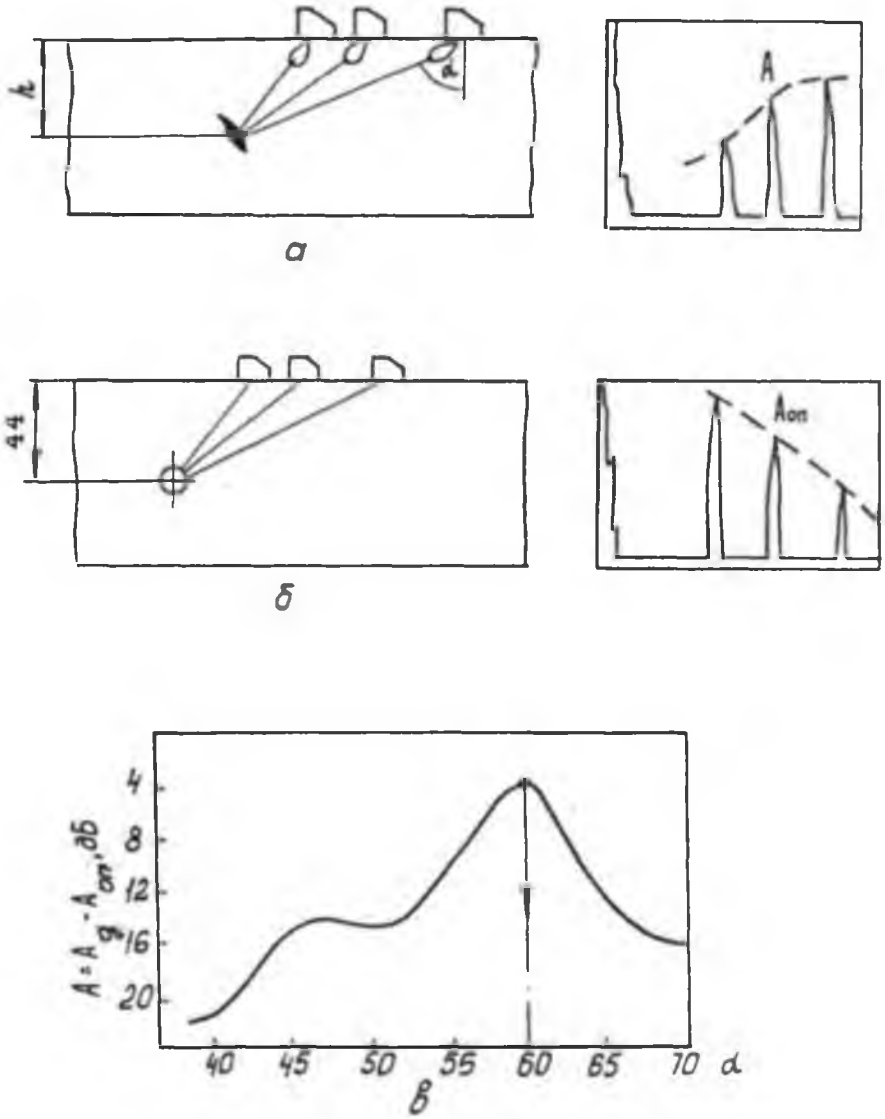
М.5 За результатами вимірювання оцінюють несуцільності.

М.5.1 Кожна несуцільність оцінюється за результатами вимірювання з двох боків шва.

М.5.2 Несуцільність вважають об'ємною, якщо нормована амплітуда луна-сигналу від неї змінюється в усьому діапазоні кутів не більше ніж на 12 дБ або її еквівалентна площа змінюється менше ніж у 4 рази.

М.5.3 Несуцільність вважають площинною, якщо зміна амплітуди є більшою за 12 дБ або еквівалентна площа змінюється більше ніж у 4 рази.

М.5.4 Орієнтація несуцільності визначається кутом введення, за якого амплітуда А є максимальною (див. рис. М.1в).



$A_д$ – амплітуда луна-сигналу від несуцільності; $A_{оп}$ – амплітуда луна-сигналу від бокового отвору; h – глибина залягання епіцентру відбиття несуцільності; α –кут променю.

Рисунок М.1 – Схеми визначення орієнтації несуцільності

М.5.5 Якщо огинаюча нормованої амплітуди сигналу А не має максимуму, але збільшується у разі збільшення кута введення під час вимірювання з двох боків шва, вважають, що несуцільність площинна з вертикальною орієнтацією. При цьому для остаточного оцінювання рекомендується оцінювати її методом тандем.

М.5.6 Якщо огинаюча нормованої амплітуди сигналу від несуцільності не має максимуму, але збільшується у разі зменшення кута введення, то для остаточного оцінювання рекомендується провести контроль ПД або ДД у випадку видаленої опуклості.

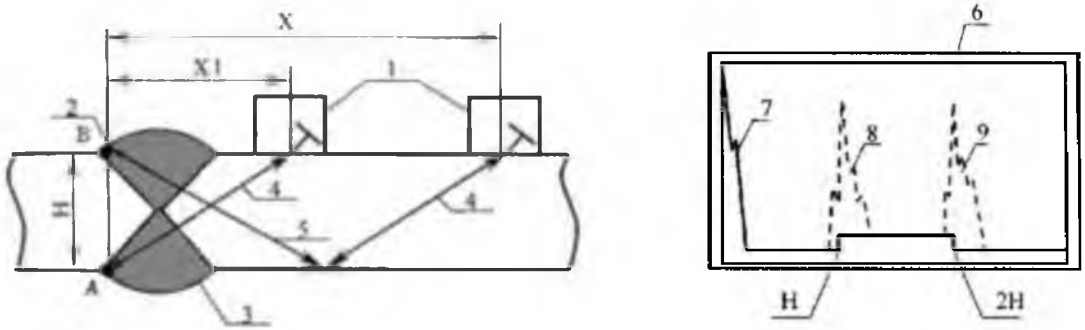
ДОДАТОК Н
(довідковий)

ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Н.1 Зварні шви без розділки крайок або з Х – подібною підготовкою крайок шва.

Н.1.1 Зварне з'єднання без дефектів

Н.1.1.1 На екрані дефектоскопа індикації відсутні. Можлива поява луна-сигналу 8 від опуклості кореня шва. Глибина залягання на один-два міліметри перевищує Н. Можлива поява луна-сигналу 9 від опуклості стикового шва. Глибина залягання на один-два міліметра перевищує 2Н. Координати Х, Х1 потрапляють у зону контролю (див. рис. Н.1).

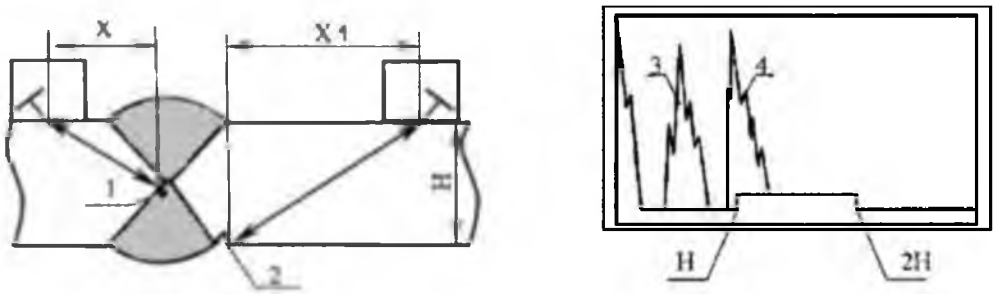


1 – датчик; 2 – опуклість стикового шва; 3 – опуклість кореня шва; 4 – прямий промінь; 5 – одноразово відбитий промінь; 6 – екран дефектоскопа; 7 – імпульс передавача; 8 – луна-сигнал опуклості кореня шва; 9 – луна-сигнал опуклості стикового шва; Н – номінальна товщина зварного з`єднання; Х1 – відстань від вказівної точки датчика від точки А; Х – відстань від вказівної точки датчика до точки В; А – точка сполучення поверхні опуклості кореня шва з основним металом; В – точка сполучення поверхні опуклості стикового шва з основним металом.

Рисунок Н.1 – Зварне з'єднання без дефектів

Н.1.2 У зварному з'єднанні виявлені дефекти

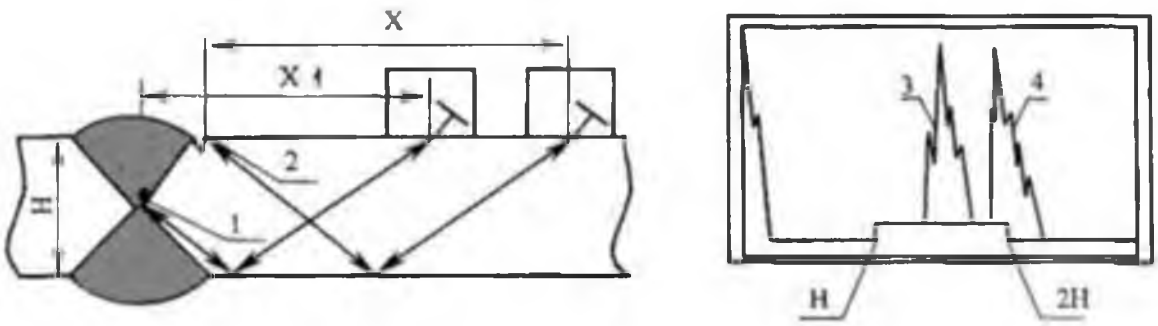
Н.1.2.1 Луна-сигнали від дефектів, виявлені прямим променем, можуть розташовуватися у будь-якій точці розгортки між імпульсом передавача і переднім фронтом строба. Координати Х, Х1 потрапляють у зону контролю (див. рис. Н.2).



1 – внутрішній дефект; 2 – зовнішній дефект; 3 – луна-сигнал від внутрішнього дефекту; 4 – луна-сигнал від зовнішнього дефекту; Х – відстань від вказівної точки датчика до внутрішнього дефекту; Х1 – відстань від вказівної точки датчика до зовнішнього дефекту; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.2 – Зварне з'єднання з виявленими дефектами

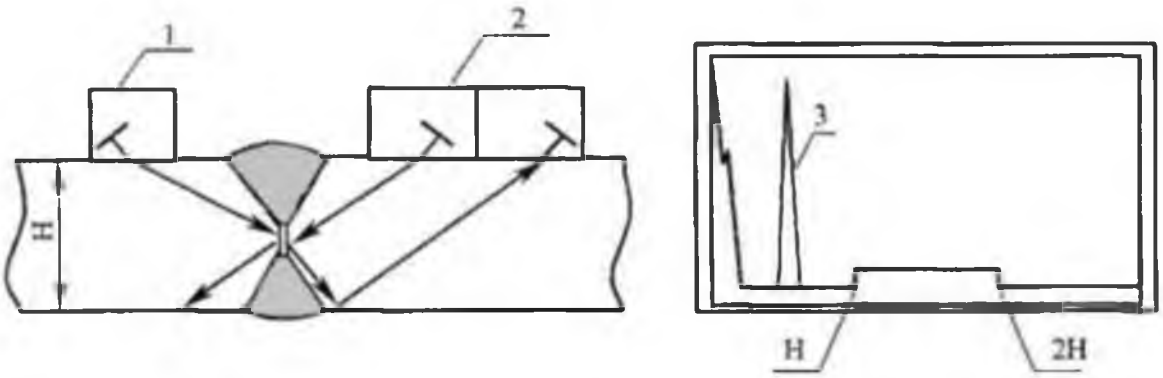
Н.1.2.2 Луна-сигнали від дефектів, виявлені одноразово відбитим променем, можуть розташовуватися в будь-якій точці розгортки між переднім фронтом строба та заднім фронтом строба. Координати Х, Х1 потрапляють у зону контролю (див. рис. Н.3).



1 – внутрішній дефект; 2 – зовнішній дефект; 3 – луна-сигнал від внутрішнього дефекту на відбитому промені; 4 – луна-сигнал від зовнішнього дефекту на відбитому промені; Х – відстань від вказівної точки датчика до внутрішнього дефекту; Х1 – відстань від виходу УЗ-хвилі до зовнішнього дефекту; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.3 – зварне з'єднання з виявленими дефектами

Н.1.2.3 Особливістю контролю цих зварних з'єднань є складність виявлення непровару і тріщин у корені шва. Для надійного виявлення цих дефектів необхідно використовувати шукач типу «тандем» (див. рис. Н.4).



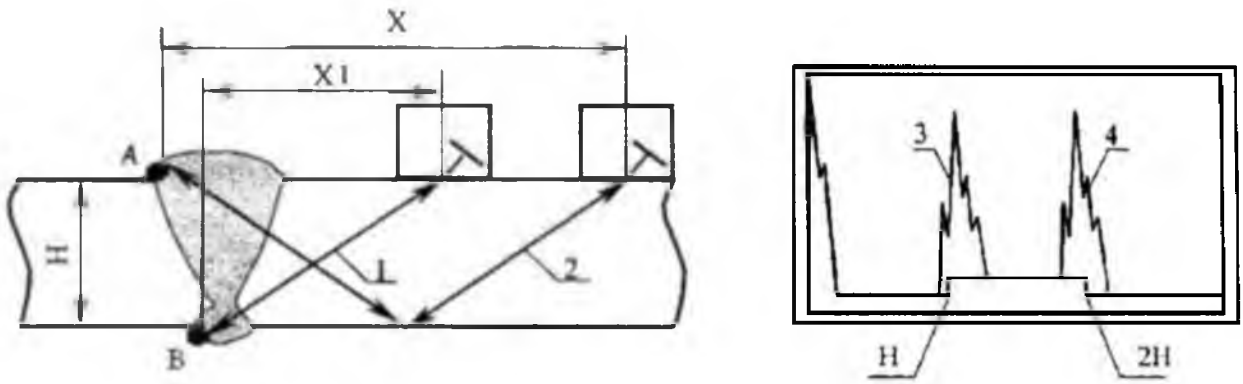
1 – контроль КД; 2 – виявлення дефекту шукачем «тандем»; 3 – луна-сигнал від дефекту; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.4 – Зварне з'єднання з виявленими дефектами (ультразвуковий промінь після відбиття від непровару не повертається до шукача)

Н.2 Зварні шви з V–подібною підготовкою крайок

Н.2.1 Зварне з'єднання без дефектів

Н.2.1.1 На екрані дефектоскопа індикації відсутні. Можлива поява луна-сигналу 3 від опуклості кореня шва. Глибина залягання на один-два міліметри перевищує Н. Можлива поява луна-сигналу 4 від опуклості стикового шва. Глибина залягання на один-два міліметри перевищує 2Н. Координати Х, Х1 потрапляють у зону контролю (див. рис. Н.5).

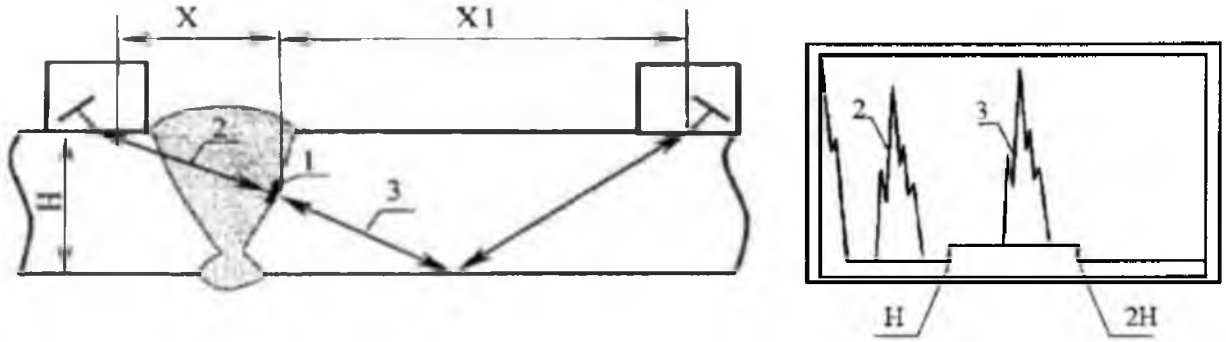


1 – прямий промінь; 2 – одноразово відбитий промінь; X – відстань від вказівної точки датчика до точки А; X1 – відстань від вказівної точки датчика до точки В; Н – номінальна товщина зварного з`єднання; В – точка сполучення поверхні опуклості кореня шва з основним металом; А – точка сполучення поверхні опуклості стикового шва з основним металом.

Рисунок Н.5 – Приклад зварного з’єднання без дефектів

Н.2.2 У зварному з’єднанні виявлені дефекти

Н.2.2.1 Луна-сигнали від дефектів, виявлені прямим променем, можуть розташовуватися в будь-якій точці розгортки між імпульсом передавача і переднім фронтом строба. Луна-сигнали від дефектів, виявлені одноразово відбитим променем, можуть розташовуватися в будь-якій точці розгортки між переднім фронтом строба і заднім фронтом строба. Координати X, X1 в будь-якому випадку будуть потрапляти у зону контролю (див. рис. Н.6).



1 – несплавлення по крайці шва; 2 – луна-сигнал від несплавлення на прямому промені; 3 – луна-сигнал від несплавлення на відбитому промені; X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до несплавлення по крайці шва; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.6 – Зварне з’єднання з дефектом

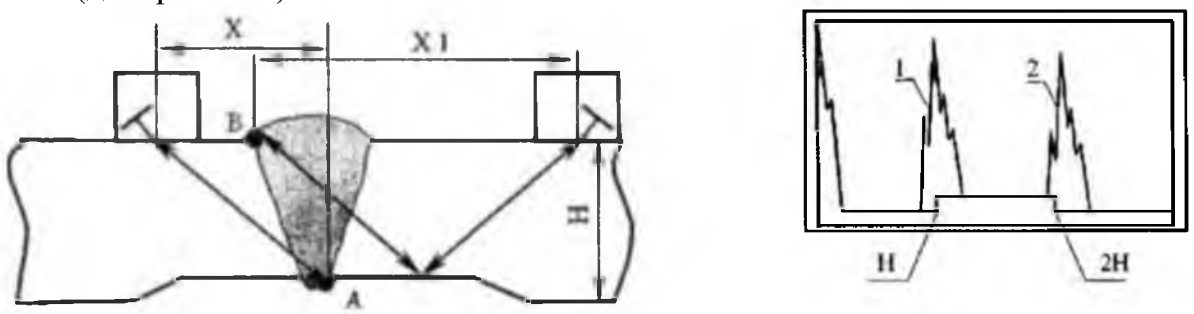
Н.3 Зварні з’єднання трубопроводів

Н.3.1 Зварне з’єднання без дефектів

Н.3.1.1 Особливістю зварних з’єднань трубопроводів з V–подібною підготовкою крайок є відсутність доступу до кореня шва. Контроль проводиться прямим променем і одноразово відбитим променем.

Н.3.1.2 На екрані дефектоскопа індикації відсутні. Можлива поява луна-сигналу 1 від опуклості кореня шва. Глибина залягання на один-два міліметри перевищує Н. Можлива поява луна-сигналу 2 від опуклості стикового шва. Глибина

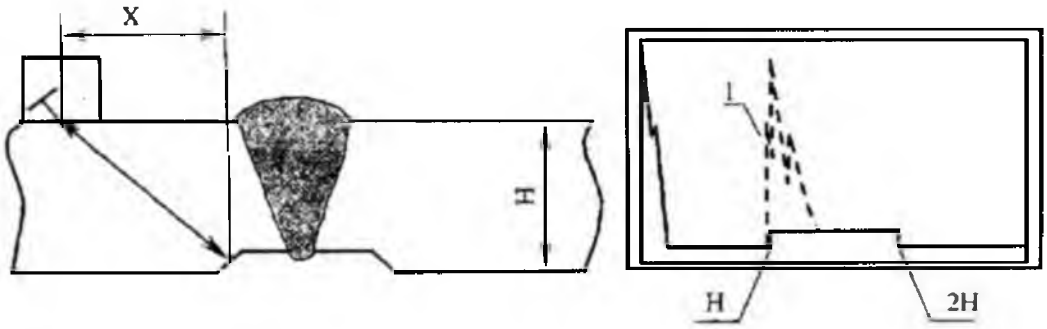
залягання на один-два міліметри перевищує 2Н. Координати потрапляють у зону контролю (див. рис. Н.7).



X – відстань від вказівної точки датчика до точки А; X1 – відстань від вказівної точки датчика до точки В; Н – номінальна товщина зварного шва; А – точка сполучення поверхні опуклості кореня шва з основним металом; В – точка сполучення поверхні опуклості стикового шва з основним металом.

Рисунок Н.7 – Зварне з'єднання без дефектів

Н.3.1.3 У випадку, коли порушена технологія підготовлення крайок під зварювання, і кут розточки перевищує 12°, можлива поява луна-сигналу 1 від скосу розточки. Луна-сигнал має великий пробіг на екрані. Координата X потрапляє в зону між шукачем і опуклістю кореня шва (див. рис. Н.8).



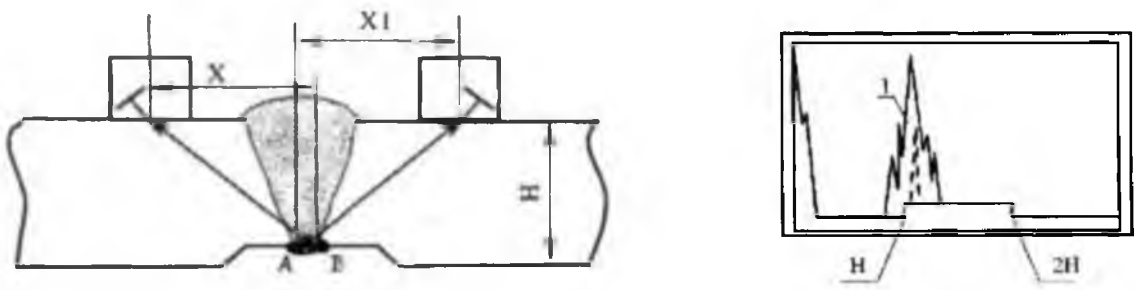
X – відстань від вказівної точки датчика до початку проточки; Н – номінальна товщина зварного шва.

Рисунок Н.8 – Зварне з'єднання без дефектів

Н.3.1.4 Особливістю контролю стикових зварних з'єднань трубопроводів з V – подібною підготовкою крайок є наявність нерівностей у корені шва – опуклості кореня шва і зміщень крайок. Їх слід відрізняти від дефектів кореня шва.

Н.3.2 Опуклість кореня шва

Н.3.2.1 Опуклість кореня шва відрізняють від дефекту за такими ознаками: луна-сигнали мають як різні координати на екрані дефектоскопа, так і різну амплітуду у разі прозвучування з двох боків шва. Луна-сигнал широкий, має більший пробіг на екрані (див. рис. Н.9).

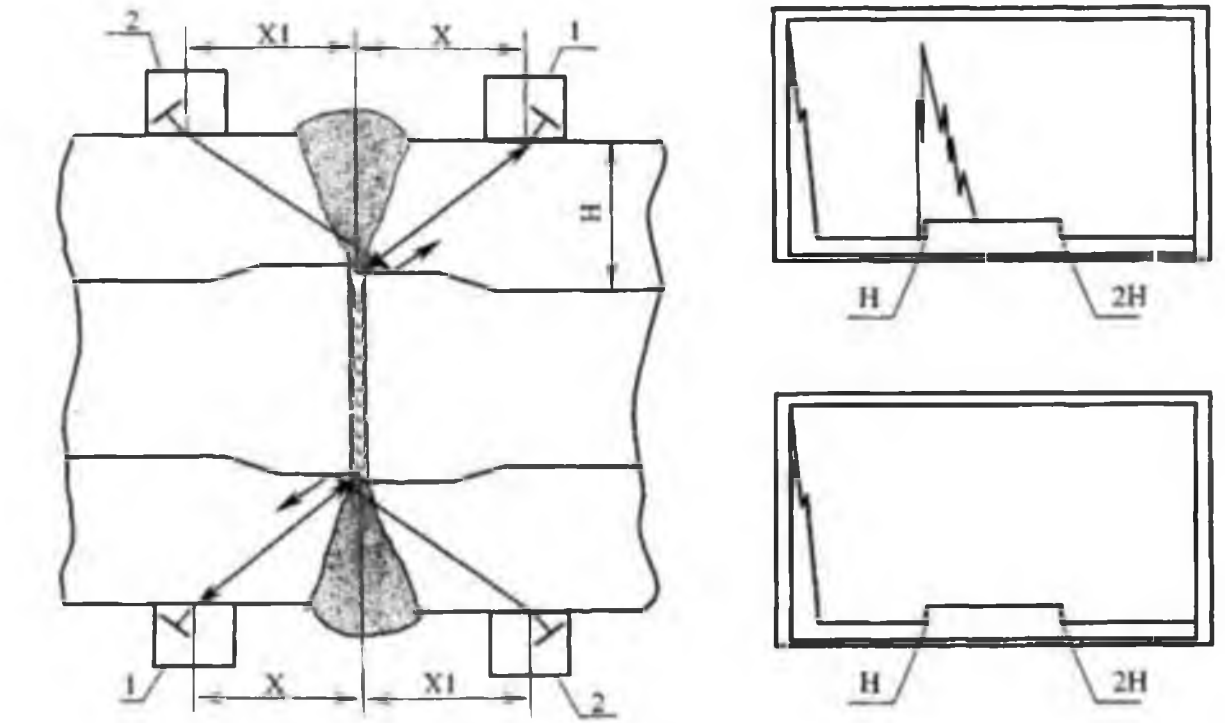


X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до точок А і В; Н – номінальна товщина зварного шва; 1 – луна-сигнал; А, В – точки сполучення поверхні опуклості кореня шва з основним металом.

Рисунок Н.9 – Зварне з'єднання з опуклістю кореня шва

Н.3.3 Зміщення крайок труб, що стикуються

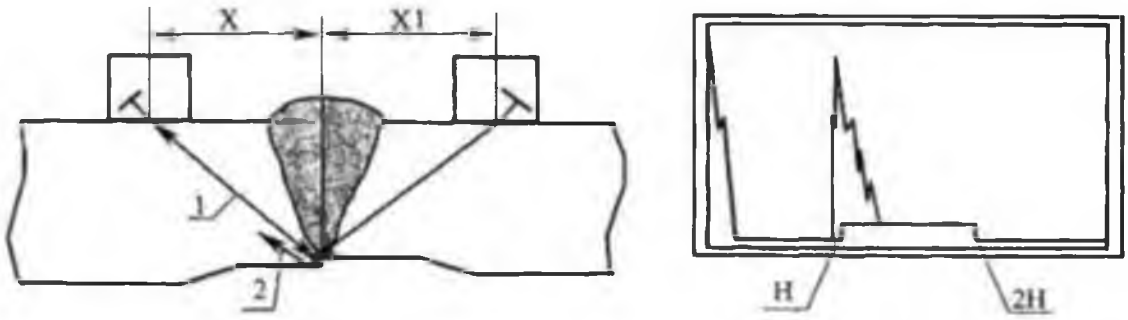
Н.3.3.1 Зміщення крайок через неспіввісність труб, що стикуються, характеризується появою луна-сигналу у разі прозвучування з різних боків шва в діаметрально протилежних точках (див. рис. Н.10).



X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до межі лінії зміщення крайок; Н – номінальна товщина зварного з`єднання; 1, 2 – датчик.

Рисунок Н.10 – Зварне з'єднання зі зміщенням крайок

Н.3.3.2 Зміщення крайок через різну товщину труб, що стикуються, характеризується наявністю луна-сигналів у разі прозвучування тільки з одного боку шва по всьому периметру або більшій частині периметра. В такому випадку слід виміряти товщину стінок труб. Луна-сигнал від зміщення має крутий передній фронт, а тривалість пробігу луна-сигналу на екрані залежить від величини зміщення. Координата потрапляє у зону контролю (див. рис. Н.11).



X, X1 – відстань від точки виходу УЗ-хвилі до межі лінії зміщення крайок; H – номінальна товщина зварного з`єднання, 1 – луна-сигнал від зміщення крайок на прямому промені; 2 – луна-сигнал від зміщення крайок на одноразово відбитому промені.

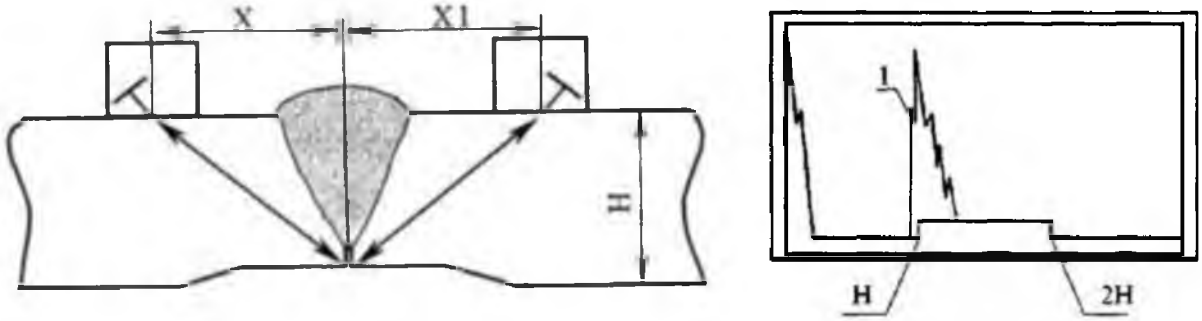
Рисунок Н.11 – Зварне з’єднання зі зміщенням крайок

Н.3.4 Дефекти у зварних швах

Н.3.4.1 Луна-сигнали від дефектів, виявлені прямим і одноразово відбитим променем, можуть розташовуватися у будь-якій точці розгортки між імпульсом передавача і заднім фронтом строба.

Н.3.5 Непровар у корені шва

Н.3.5.1 У разі прозвучування з двох боків шва, амплітуда луна-сигналу 1 приблизно однакова. Вид луна-сигналу такий самий, як і у випадку зміщення, крутий передній фронт і пологий задній (див. рис. Н.12).

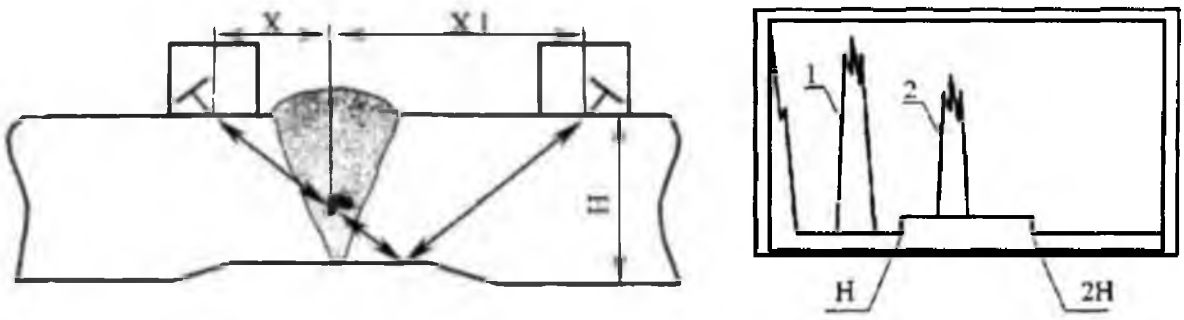


X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до межі непровару; H – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.12 – Зварне з’єднання з непроваром

Н.3.6 Шлак

Н.3.6.1 Луна-сигнал 1 і 2 від шлаку широкий, з декількома піками (див. рис. Н.13). Амплітуда луна-сигналів у разі прозвучування з різних боків шва може бути різною. Координати X, X1 також можуть не потрапляти в одну точку. Це залежить від розміру, орієнтації і форми залягання шлаку.

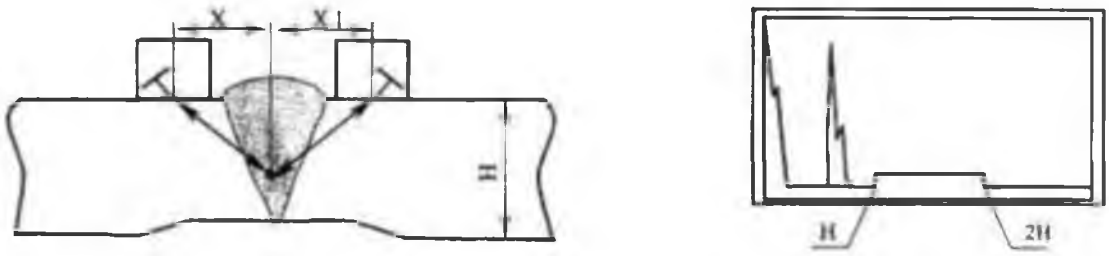


X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до шлакового включення; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.13 – Зварне з'єднання із шлаковим включенням

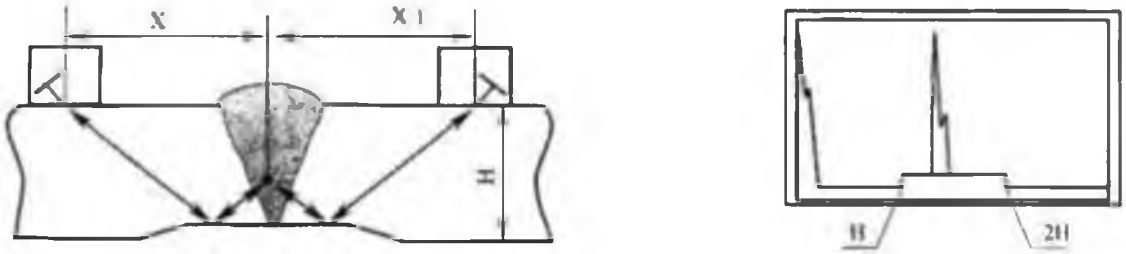
Н.3.7 Пори

Н.3.7.1 Луна-сигнал від пори є чітко вираженим. Амплітуда луна-сигналів у разі прозвучування з різних боків шва однакова. Координати X, X1 потрапляють в одну точку (див. рис. Н.14а, рис. Н.14б).



X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до пори; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

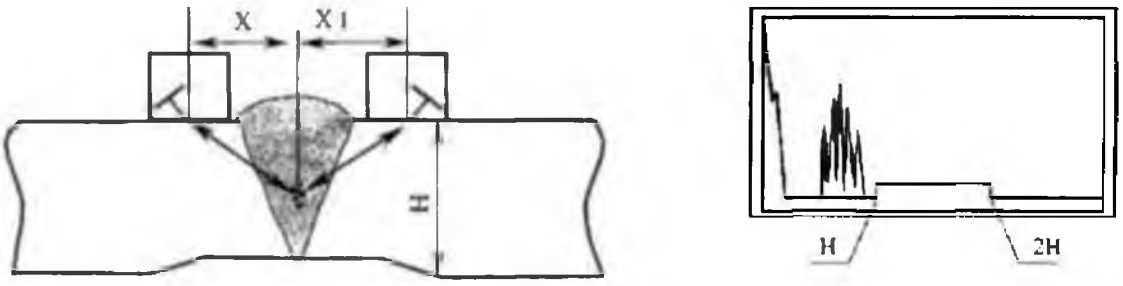
Рисунок Н.14а – Зварне з'єднання з поодинокою порою у зварному шві



X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до пори; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.14б – Зварне з'єднання з поодинокою порою

Н.3.7.2 Скупчення пор у зварному з'єднанні на екрані виглядає так само, як і шлак, лише з чітко вираженими піками (див. рис. Н.14в).

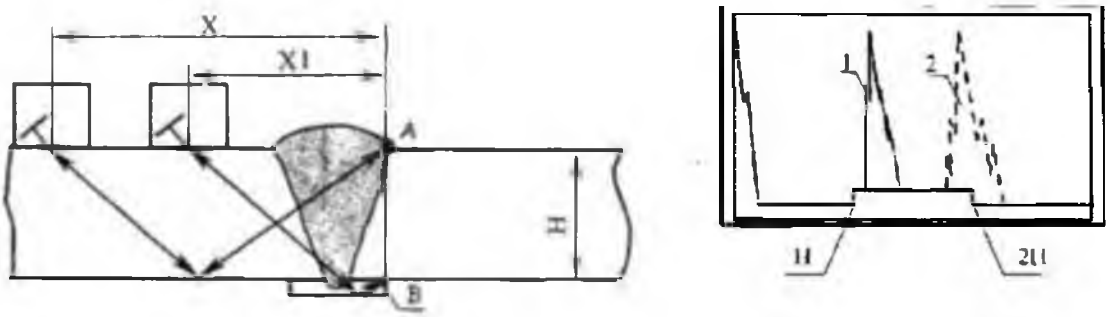


X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до скупчення пор; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.14в – Зварне з'єднання із скупченням пор у зварному шві

Н.3.8 Зварні з'єднання на підкладних кільцях

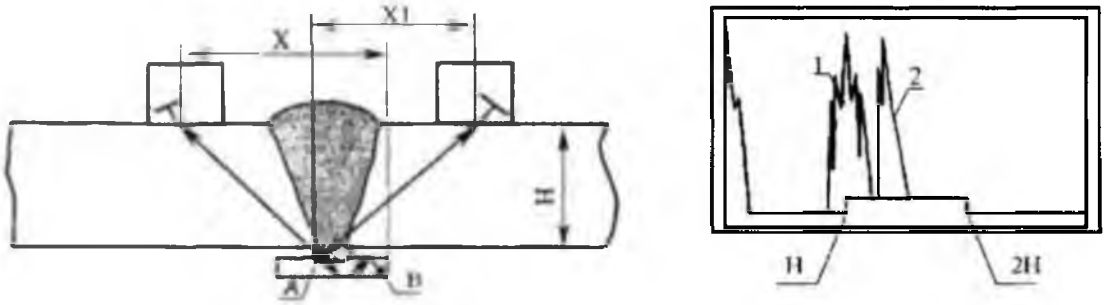
Н.3.8.1 Якщо дефекти відсутні, й кільце добре підігнане, тоді на екрані видно луна-сигнал 1 від підкладного кільця на глибині Н з урахуванням товщини підкладного кільця. Луна-сигнал має крутий передній фронт, який є таким самим, як і від непровару. Можлива поява луна-сигналу 2 від опуклості стикового шва. Координати X, X1 потрапляють за середину зварного з'єднання (див. рис. Н.15).



X1 – відстань від вказівної точки датчика до кута підкладного кільця, X – відстань від вказівної точки датчика до точки А; Н – номінальна товщина зварного шва; В – кут підкладного кільця; А – точка сполучення поверхні опуклості стикового шва з основним металом.

Рисунок Н.15 – Зварне з'єднання на підкладному кільці

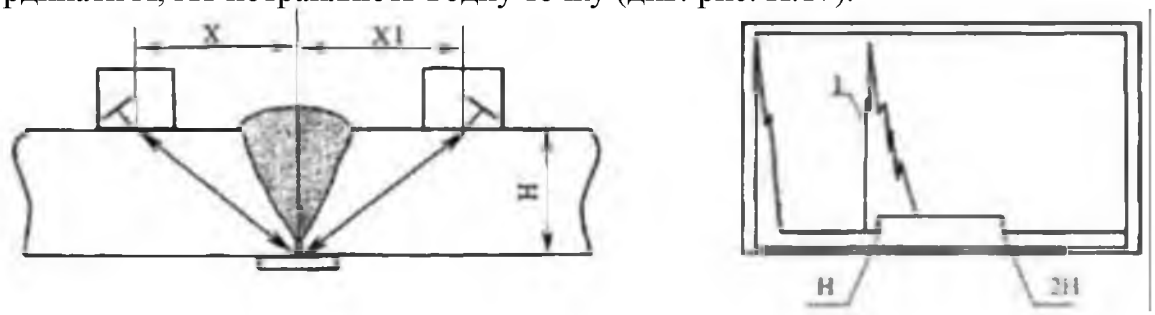
Н.3.8.2 Якщо між кільцем і елементами, що стикуються, є зазор, то він частково заповнюється розплавленою масою (утворюється «затік»), від якого отримуємо луна-сигнал 1. Форма луна-сигналу є рваною, оскільки основу «затоку» складає шлак. «Затік» дефектом зварювання не вважається. Луна-сигнал 2 – це відбиття від підкладного кільця на глибині Н з урахуванням подвоєної товщини підкладного кільця (див. рис. Н.16).



X – відстань від вказівної точки датчика до кута підкладного кільця; X 1 – відстань від вказівної точки датчика до точки А; Н – номінальна товщина зварного шва; А – точка сполучення поверхні опуклості кореня шва з основним металом; В – кут підкладного кільця.

Рисунок Н.16 – Зварне з'єднання на підкладному кільці у разі наявності зазору між підкладним кільцем і елементами, що стикуються

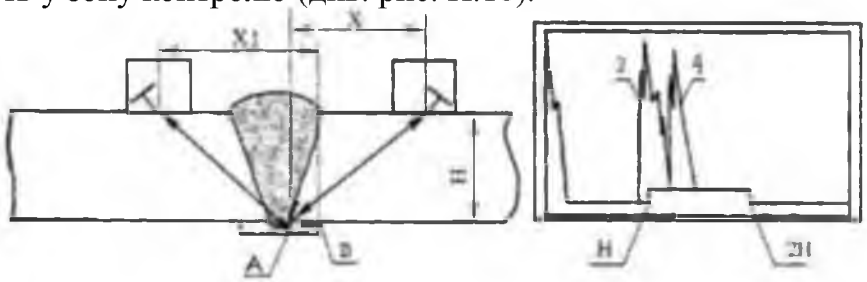
Н.3.8.3 Непровар виявляється у разі прозвучування з двох боків шва, амплітуда луна-сигналу є приблизно однаковою. Луна-сигнал від підкладного кільця відсутній. Координати X, X1 потрапляють водну точку (див. рис. Н.17).



X, X1 – відстань від вказівної точки датчика до непровару; Н – номінальна товщина зварного шва; 1 – луна-сигнал.

Рисунок Н.17 – Зварне з'єднання на підкладному кільці у разі наявності непровару у корені шва

Н.3.8.4 Коренева тріщина виявляється, як правило, з одного боку шва. При цьому, підкладне кільце екранує луна-сигнал 3 (див. рис. Н.18). Координата X1 потрапляє на опуклість кореня шва. Луна-сигнал 4 від підкладного кільця є видимим, якщо кільце добре підігнане, у разі контролю з протилежного боку шва. Координати X, X1 потрапляють у зону контролю (див. рис. Н.18).

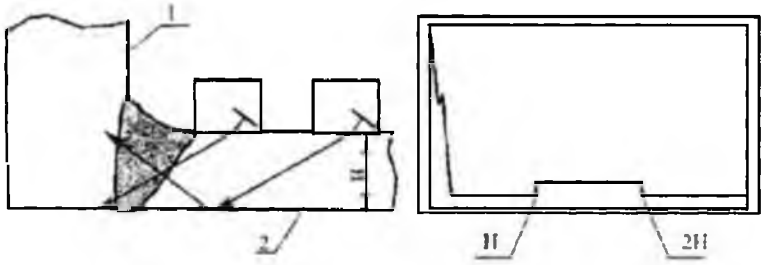


X – відстань від вказівної точки датчика до кута підкладного кільця; X1 – відстань від вказівної точки датчика до кореневої тріщини; Н – номінальна товщина зварного шва; А – точка сполучення поверхні опуклості кореня шва з основним металом; В – кут підкладного кільця.

Рисунок Н.18 – Зварне з'єднання на підкладному кільці за наявності кореневої тріщини

Н.3.9 Кутові зварні з'єднання

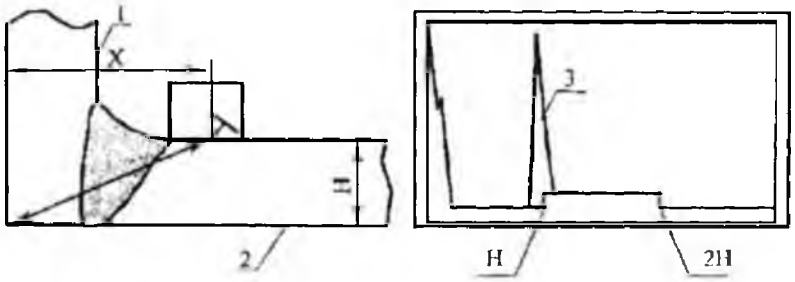
Н.3.9.1 За відсутності дефектів і більшої товщини корпусу обладнання луна-сигнали відсутні (див. рис. Н.19).



1 – корпус обладнання; 2 – патрубок; Н – номінальна товщина стінки патрубка.

Рисунок Н.19 – Кутове зварне з'єднання без дефектів у зварному шві

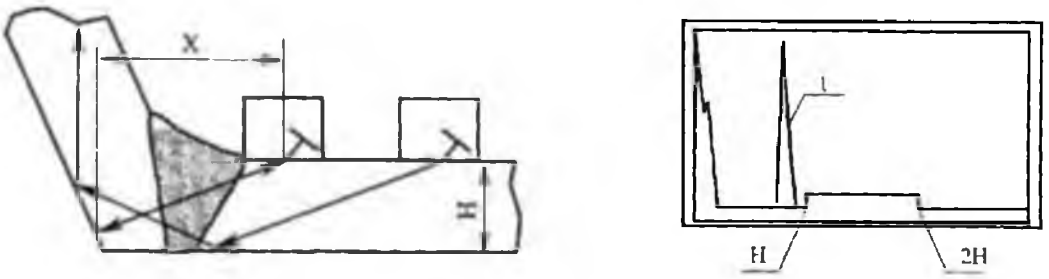
Н.3.9.2 Луна-сигнал 1 від кута корпусу обладнання, при цьому координата Х потрапляє за зварне з'єднання (див. рис. Н.20).



1 – корпус обладнання; 2 – патрубок; 3 – луна-сигнал від кута корпусу обладнання; Х – відстань від вказівної точки датчика до внутрішньої поверхні корпусу обладнання; Н – номінальна товщина стінки патрубка.

Рисунок Н.20 – Кутове зварне з'єднання без дефектів у зварному шві

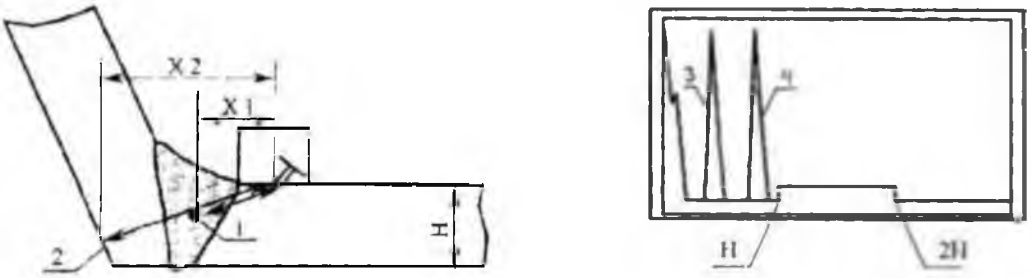
Н.3.9.3 Луна-сигнал 1 від внутрішньої поверхні корпусу, луна-сигнал із глибини менше номінальної товщини (Н), а координата Х потрапляє за зварний шов (див. рис. Н.21).



Х – відстань від вказівної точки датчика до внутрішньої поверхні корпусу обладнання; Н – номінальна товщина стінки патрубка.

Рисунок Н.21 – Кутове зварне з'єднання без дефектів у зварному шві

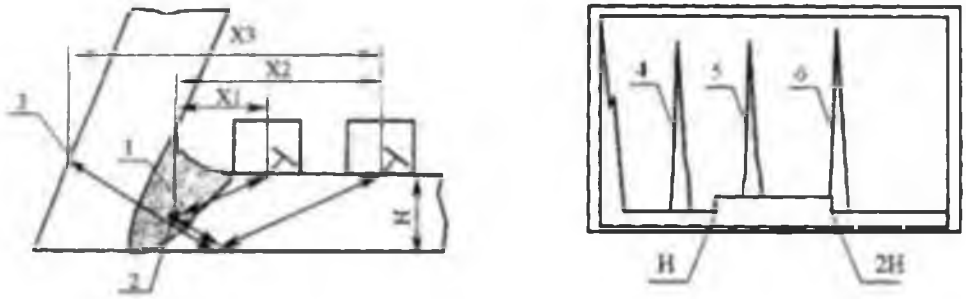
Н.3.9.4 Луна-сигнал 3 від дефекту, координата потрапляє на зварне з'єднання; луна-сигнал 4 від внутрішньої поверхні корпусу, із глибини менше номінальної товщини (Н), координата Х2 потрапляє за зварний шов, див. рис. Н.22.



1 – дефект, 2 – внутрішня поверхня корпусу обладнання. X1 – відстань від вказівної точки датчика до дефекту, X2 – відстань від вказівної точки датчика до внутрішньої поверхні корпусу обладнання, H – номінальна товщина стінки патрубка.

Рисунок Н.22 – Кутове зварне з'єднання з дефектом

Н.3.9.5 Луна-сигнал 4 від дефекту, координата X1 потрапляє на зварне з'єднання; луна-сигнал 5 від дефекту, на одноразово відбитому промені, координата X2 потрапляє на зварне з'єднання; луна-сигнал 6 від внутрішньої поверхні корпусу на одноразово відбитому промені, із глибини більше номінальної товщини H, координата X3 потрапляє за зварний шов, рис. Н.23.



1 – зварний шов, 2 – дефект; X1 – відстань від вказівної точки датчика до дефекту; X2 – відстань від вказівної точки датчика до дефекту; X3 – відстань від вказівної точки датчика до внутрішньої поверхні корпусу обладнання H – номінальна товщина стінки патрубка.

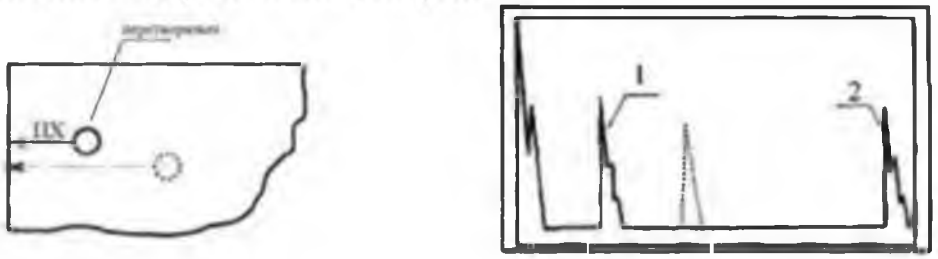
Рисунок Н.23 – Кутове зварне з'єднання з дефектом

Н.4 Імпульси перешкоди

Н.4.1 Шуми на початку розгортки – це луна-імпульси, пов'язані з відбиттям від елементів конструкції датчика. На відміну від луна-імпульсів, отриманих від несуцільностей, вони не мають пробігу по екрану і виникають у разі встановлення датчика в будь-яку точку виробу. Якщо виникає сумнів відносно походження імпульсу, то доцільно підключити інший датчик, у якого шумові імпульси можуть займати інше положення на розгортці.

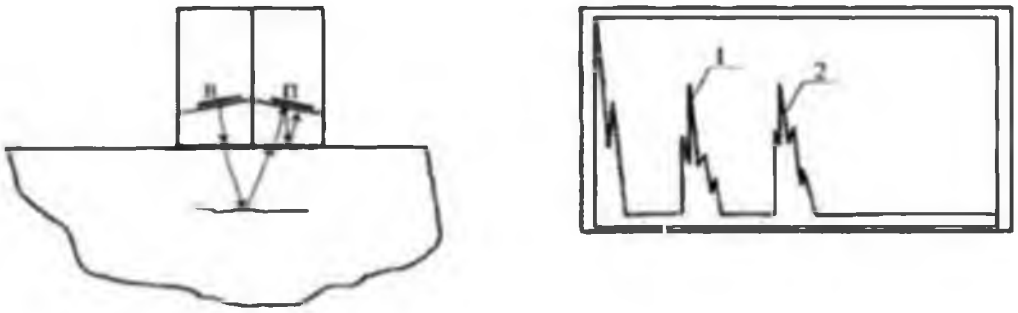
Н.4.2 У випадку роботи з КД можуть виникати імпульси перешкоди, викликані ПХ. Особливо часто такі імпульси виникають у кутах 70° і більше. Відбиваючись від поверхневих задирок, забоїн тощо поверхнева хвиля дає луна-імпульс на екрані дефектоскопа. Походження таких імпульсів легко встановити, якщо провести пальцем, змоченим контактним середовищем, по поверхні виробу перед шукачем. У випадку перетинання напрямку поширення поверхневої хвилі луна-імпульс на екрані буде різко падати. Таким же чином можна визначити і конкретне місце, звідки відбивається ПХ. До цього місця амплітуда луна-імпульсу прощупується, після цього – ні. ПХ може виникати і у разі роботи з ПД та ДД на підвищеній чутливості (див. рис. Н.24, рис. Н.25).

Н.4.3 Загальним способом для видалення імпульсів перешкод, викликаних ПХ, є механічне зачищення контрольованої поверхні.



1 – імпульс перешкоди (у процесі переміщення датчика імпульс також змінює своє положення на екрані); 2 – донний луна-імпульс.

Рисунок Н.24 – Сигнал імпульсу перешкоди, викликаної поверхневими хвилями

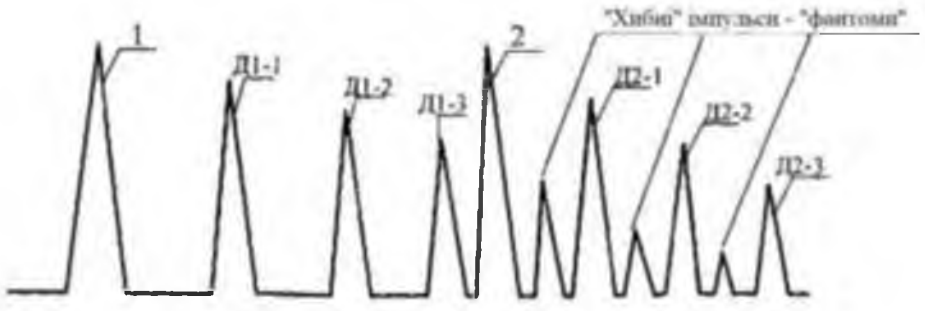


1 – луна-імпульс від дефекту; 2 – луна-імпульс повторного відбиття у клині. П+ – передавач; П- – приймач.

Рисунок Н.25 – Сигнал імпульсу перешкоди, яка утворилася внаслідок повторного відбиття в клині ДД

Н.5 Хибний сигнал

Н.5.1 Імпульси-«фантоми» – хибні сигнали, які виникають у разі потрапляння донних луна-сигналів від попереднього зондувального луна-сигналу 1 (який не згас) у робочу частину екрана після надсилання зондувального луна-сигналу 2 (див. рис. Н.26).



1, 2 – імпульси передавача.

Рисунок Н.26 – Відбиття імпульсів-«фантомів»

Н.5.1.1 Хибні сигнали можуть утворюватися в результаті трансформації хвиль на будь-яких поверхнях деталі. У разі падіння повздовжньої хвилі в точку А відщеплюється поперечна хвиля, яка, відбившись від грані Б, повертається у точку А, перетворюється знов у повздовжню й дає на екрані дефектоскопа хибний сигнал (див. рис. Н.27). Для таких сигналів характерно, що вони виникають завжди у визначених

місцях деталі. Їх положення можна обґрунтувати, підрахувавши шлях, який долає хвиля в деталі, з урахуванням типу хвилі та її швидкості на кожній ділянці.

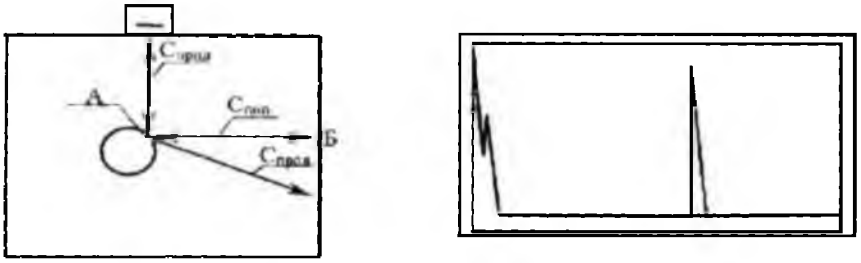
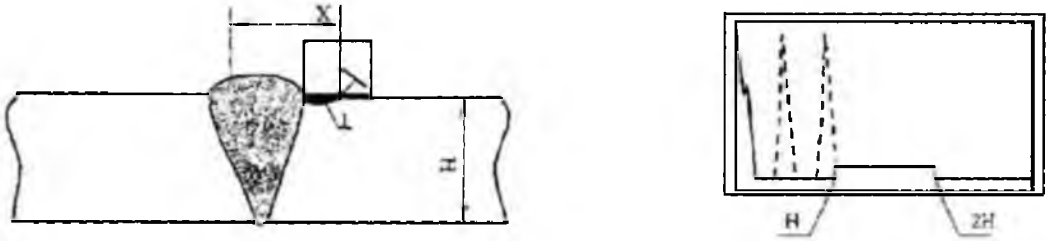


Рисунок Н.27 – Відбиття хибних сигналів, що утворилися в результаті трансформації хвиль, на поверхнях деталі

Н.5.1.2 Хибні сигнали можуть виникати, коли датчик наїздить на заглиблення, заповнене контактним середовищем. Зазор між робочою поверхнею датчика і виробом дає хибний сигнал із глибини від 3 мм до 8 мм. Координата Х потрапляє у переріз шва (див. рис. Н.28).

Х – відстань від точки виникнення хибного сигналу; 1 – заглиблення, заповнене контактним середовищем; Н – номінальна товщина зварного шва.

Рисунок Н.28 – Відбиття хибних сигналів, які утворилися в результаті

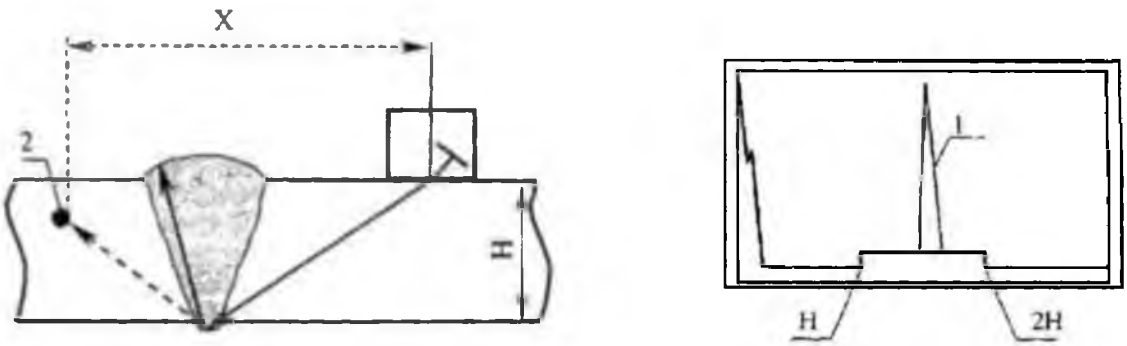


встановлення датчика на заглиблення, заповнене контактним середовищем

Н.5.1.3 У деяких випадках можливе отримання хибного сигналу 1 від опуклості стикового шва променем, відбитим від опуклості кореня шва перпендикулярно верхньому підсиленню. При цьому координата Х виходить за межі зварного шва (див. рис. Н.29 – рис. Н.31).

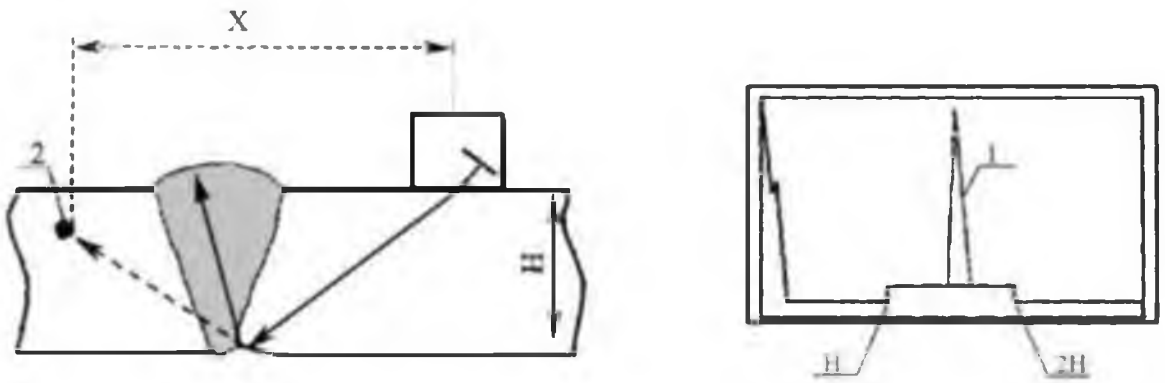
1 – хибний сигнал; Х – відстань від вказівної точки датчика до точки виникнення хибного сигналу; 2 – точка виникнення хибного сигналу; Н – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.29 – Отримання хибного сигналу від опуклості шва променем, відбитим від внутрішньої нерівності зварного шва



1 – хибний сигнал; X – відстань від вказівної точки датчика до точки виникнення хибного сигналу; 2 – точка виникнення хибного сигналу; H – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.30 – Отримання хибного сигналу від опуклості шва променем, відбитим від внутрішньої нерівності зварного шва



1 – хибний сигнал; X – відстань від вказівної точки датчика до точки виникнення хибного сигналу; 2 – точка виникнення хибного сигналу; H – номінальна товщина зварного з`єднання.

Рисунок Н.31 – Отримання хибного сигналу у разі наявності порушення технології виконання внутрішньої проточки трубопроводу

Н.6 Загальні рекомендації з ультразвукового контролю

Н.6.1 Від точності перевірки параметрів датчика (кут променю, стріла датчика) і правильності налаштування приладу залежить правильність оцінювання несуцільності. Наприклад, перевищення проплавлення можна прийняти за непровар, зазор під підкладним кільцем - за несплавлення тощо.

Н.6.2 Під час проведення контролю зварних з'єднань і обладнання контролер має чітко уявляти собі хід ультразвукового променю. Якщо є сумнів у походженні відбивача, необхідно провести вимірювання товщини шва та навколошовної зони, ширини опуклості шва і зробити ескіз розрізу контрольованої ділянки в натуральну величину, накреслити УЗ-пучок і підставити дані контролю (відстань за променем, глибину залягання та проекцію відбивача на зовнішню поверхню). Як правило, цього достатньо, щоб визначити, дефект це чи ні.

Н.6.3 У разі неможливості виконання прямих вимірювань товщини зварюваних елементів, а також при відсутності даних про товщину у виробничий та/або

конструкторській документації, значення товщини зварюваних елементів допускається визначати методом ультразвукової товщинометрії.

Н.6.4 У разі неможливості визначення довжини циліндричної частини розточки прямим вимірюванням, а також при відсутності цих даних у ВД допускається визначати її ультразвуковою товщинометрією. Визначають товщину стінки трубопроводу на кільцевій ділянці у напрямку від зварного шва. Збільшення значення товщини стінки на ділянці, рівновіддаленій від зварного з'єднання, буде свідчити про закінчення розточки.

Н.7 Деякі особливості ультразвукового контролю

Н.7.1 Під час налаштування чутливості контролю кожний контролер може опинитися в ситуації, коли встановивши датчик на ЕЗ ми отримуємо певний луна-сигнал, починаємо знаходити максимум амплітуди луна-сигналу, але ніяк не вдається досягти навіть початкового рівня, амплітуда луна-сигналу завжди нижче.

Пояснення цього явища таке: намагаючись знайти максимум амплітуди луна-імпульсу, ми витискаємо контактне середовище до мінімуму. Отриманий стійкий рівень амплітуди фіксуємо (див. рис. Н.32). У момент встановлення датчика мастильний прошарок між датчиком і ЕЗ є достатньо великим, і коли він досягає товщини, яка приблизно дорівнює від 0,1 мм до 0,4 мм для ПД із частотою 4 МГц, амплітуда зросте до 8 дБ порівняно зі зафіксованою амплітудою (див. рис. Н.33). Із рисунка Н.33 видно, що зі збільшенням товщини прошарку контактного середовища збільшується ширина відбитого луна-імпульсу.

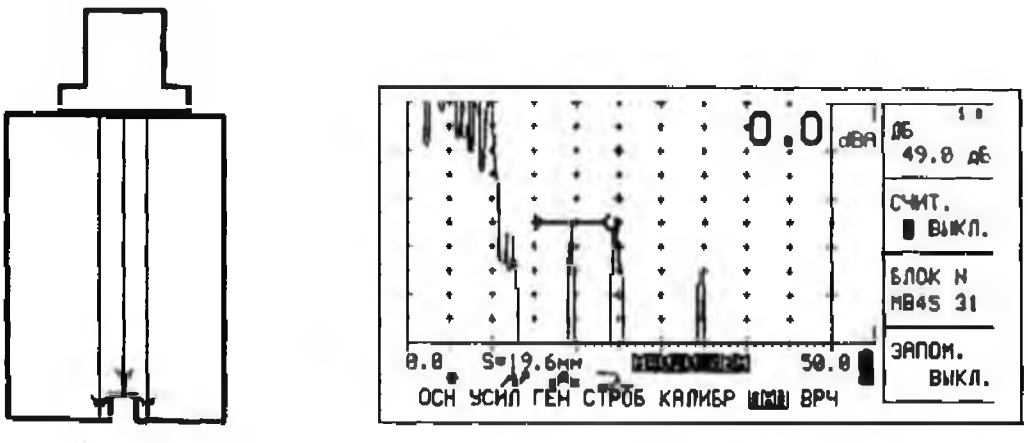
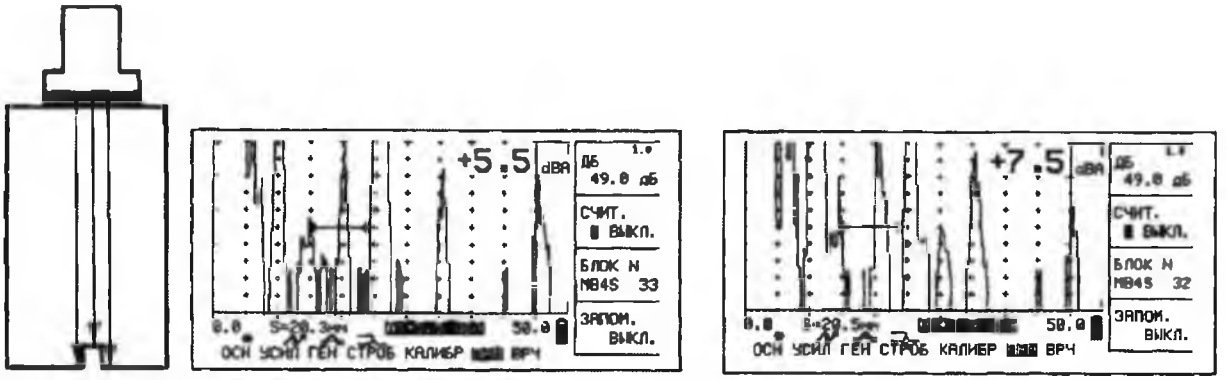


Рисунок Н.32 – Стійкий рівень амплітуди луна-сигналу



Зазор 0,2 мм Зазор 0,4 мм

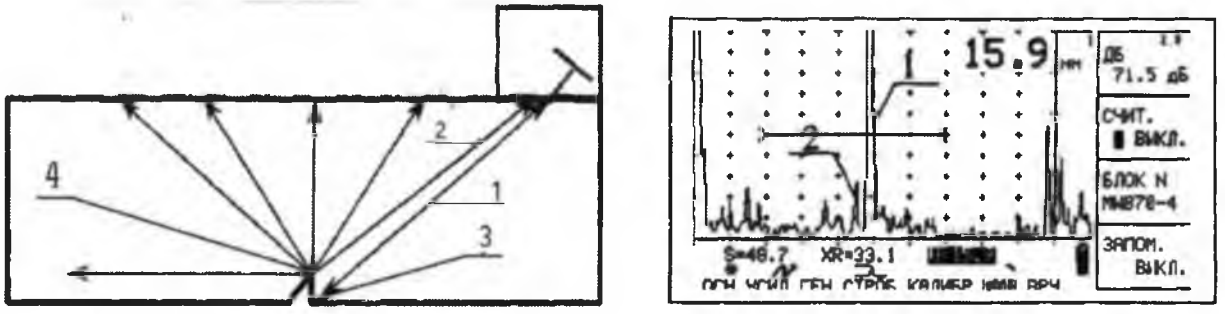
Рисунок Н.33 – Збільшення ширини відбитого луна-сигналу зі збільшенням товщини прошарку контактного середовища

Те саме відбувається і в процесі роботи з КД, якщо товщина прошарку контактного середовища складає понад 0,4 мм.

Враховуючи вищевикладене, рекомендується проводити контроль і налаштовувати чутливість контролю з однаковим зусиллям на датчик

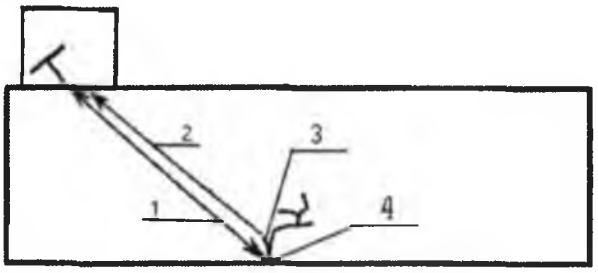
Н.7.2 Налаштовуючи чутливість контролю за зарубкою, лівіше луна-сигналу 1 (див. рис. Н.34), інколи можна побачити луна-сигнал 2, який йде від верхівки зарубки (дифрагований сигнал). В результаті наїзду датчиком на зарубку відстань між сигналами 1 і 2 зменшується, а по мірі віддалення датчика від зарубки – збільшується.

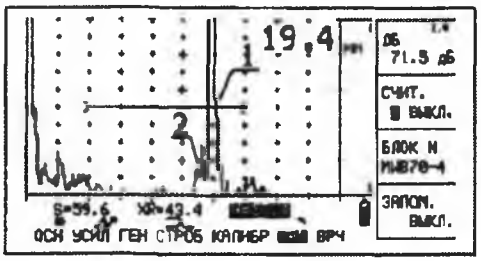
Цю властивість – здатність випромінювати ультразвукові коливання верхівками несуцільностей, можна використовувати для визначення висоти несуцільності. На рисунку Н.35 показані відбиття 1 від кута тріщини і 2 від верхівки тріщини, а на рисунку Н.36 відбиття 1 від розгалуження тріщини і 2 від верхівки тріщини.



1 – луна-сигнал, що йде з основи зарубки; 2 – луна-сигнал, що йде від верхівки зарубки; 3 – основа зарубки; 4 – верхівка зарубки.

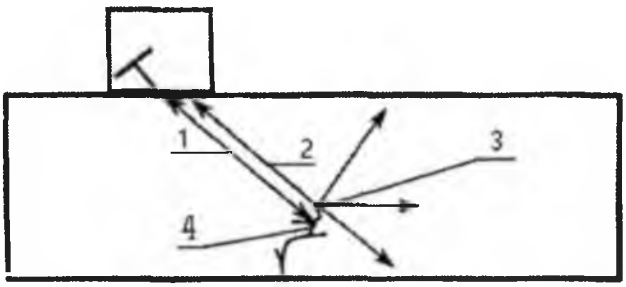
Рисунок Н.34 – Налаштування чутливості контролю за зарубкою

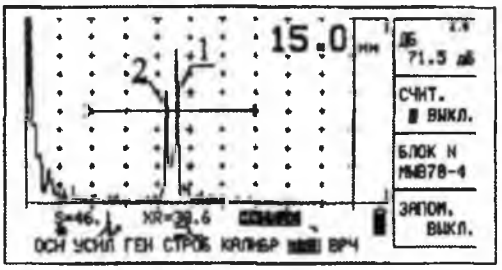




1 – луна-сигнал, що йде від кута тріщини; 2 – луна-сигнал, що йде від верхівки тріщини; 3 – верхівка тріщини; 4 – кут тріщини.

Рисунок Н.35 – Приклад відбиття луна-сигналу від кута тріщини і від вершини тріщини





1 – луна-сигнал, що йде від розгалуження тріщини; 2 – луна-сигнал, що йде від верхівки тріщини; 3 – верхівка тріщини; 4 – розгалуження тріщини.

Рисунок Н.36 – Приклад відбиття луна-сигналу від розгалуження тріщини і від верхівки тріщини

ДОДАТОК П
(обов`язковий)

МЕТОДИКА КЛАСИФІКАЦІЇ НЕСУЦІЛЬНОСТЕЙ ЗА УМОВНОЮ ПРОТЯЖНІСТЮ

П.1 Ця методика призначена для класифікації зафіксованих несуцільностей на протяжні і непротяжні (точкові).

П.2 Класифікацію проводять шляхом порівняння виміряної відповідно до 10.6.5 цього стандарту умовної протяжності ΔL несуцільності з умовною протяжністю ΔL_0 плоскодонного відбивача площею $S_{бр}$, яка є рівною найбільшій допустимій площі поодинокої несуцільності за НД для цієї товщини виробу, розташованого на глибині залягання несуцільності.

П.3 Умовну протяжність ΔL_0 визначають шляхом вимірювання умовної протяжності відповідного плоскодонного відбивача у зразку.

П.4 Допускається визначення ΔL_0 за формулою:

$$\Delta L_0 = 0{,}67 r \sqrt{N} / af, \qquad (П.1)$$

де N – різниця між бракувальним і контрольним рівнями чутливості відповідно до 10.4.2.2 основної частини цього стандарту,

дБ; r – відстань від перетворювача до несуцільності вздовж УЗ-променя;

$r=r_м+r_{пр}$, де $r_м$ і $r_{пр}$ – відстань в металі і клині датчика, мм;

a - радіус (напівширина) перетворювача у площині, ортогональній площини прозвучування, мм;

f – частота УЗ-коливань, МГц.

Примітка 1. Якщо $r \leq 135$ мм, то формулою не користуються, а приймають $\Delta L_0 = 10$ мм.

Примітка 2. У випадку роботи з датчиками типу ИЦ і ПНЦ на частоті 1,8 МГц і 2,5 МГц можна приймати N = 3, af = 15,5 і розрахунок проводити за формулою $\Delta L_0 = 0{,}075$ r.

П.5 Несуцільність вважають протяжною, якщо $\Delta L > \Delta L_0$, і точковою, якщо $\Delta L \leq \Delta L_0$ або $\Delta L \leq 10$ мм.

ДОДАТОК Р
(обов`язковий)

СКОРОЧЕНА ФОРМА ОПИСУ РЕЗУЛЬТАТІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ

Р.1 З метою опису несуцільностей застосовують такі позначення:

А – несуцільність з амплітудою луна-сигналу, яка не перевищує бракувальний рівень (допустимий за амплітудою);

Д – несуцільність з амплітудою луна-сигналу, яка перевищує бракувальний рівень (недопустимий за амплітудою);

Г – непротяжна несуцільність;

Е – протяжна несуцільність;

У – несуцільність, яка є недопустимою за умовною висотою;

О – несуцільність із виміряними ознаками об'ємної несуцільності;

П – несуцільність із виміряними ознаками площинної несуцільності;

Н – несуцільність із виміряною орієнтацією (похила);

Т – поперечна несуцільність (типу «Т»).

Р.2 У процесі описання несуцільності застосовують таку послідовність запису:

- значення глибини залягання;
- індекс амплітуди луна-сигналу (А або Д);
- індекс умовної протяжності (Г або Е);
- індекс умовної висоти (У); для допустимої за умовною висотою несуцільності індекс не записують;
- індекс поперечної несуцільності (Т);
- індекс об'ємної або площинної несуцільностей (О або П);
- індекс орієнтації (Н);
- значення координати максимуму луна-сигналу від несуцільності вздовж шва (в годинах для кільцевих зварних з'єднань трубопроводів, або в міліметрах для плоских зварних з'єднань і для кільцевих зварних з'єднань обладнання).

Після кожної букви (індексу) проставляють виміряне значення (в цифрах) відповідної характеристики несуцільності.

Після індексу амплітуди сигналу записують значення еквівалентної площі несуцільності (в мм^2) або амплітуди (в дБ).

У разі опису несуцільності за амплітудою (в дБ) після індексу амплітуди сигналу записують Абр + N (в дБ), якщо амплітуда луна-сигналу перевищує бракувальний рівень на N децибелів (N – різниця між амплітудою луна-сигналу і бракувальним рівнем) або записують Абр – М (в дБ), у випадку коли амплітуда луна-сигналу є меншою за бракувальний рівень на М децибелів (М – різниця між бракувальним рівнем і амплітудою луна-сигналу).

У випадку контролю методом «кореневий тандем» після значення індексу амплітуди сигналу записують значення амплітуди в дБ у відповідності з В.4.5.

Для непротяжної несуцільності після індексу «Г» цифру не записують.

Примітка 1. Приклади скороченого запису під час опису несуцільностей за еквівалентною площею:

- у разі контролю стикового зварного з'єднання на глибині 13,0 мм у координаті 12^{00} виявлена непротяжна несуцільність (точкова) з еквівалентною площею 2,4 мм^2, яка перевищує контрольний рівень чутливості.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 13,0 мм – А 2,4 мм^2 – Г-12^{00};

- у разі контролю стикового зварного з'єднання на глибині 10,0 мм у координаті 320 виявлена непротяжна несуцільність (точкова) з еквівалентною площею 3,6 мм^2, яка перевищує бракувальний рівень чутливості.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 10,0 мм – Д 3,6 мм^2 – Г – 320.

- у разі контролю стикового зварного з'єднання на глибині 8,0 мм виявлена протяжна несуцільність, яка перевищує контрольний рівень чутливості, з еквівалентною площею 1,3 мм^2 і умовною протяжністю 17,0 мм, з максимумом луна-сигналу від несуцільності в координаті 09^{00}.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 8,0 мм – А 1,3 мм^2 – Е 17 мм – 09^{00}.

- у разі контролю стикового зварного з'єднання на глибині 4,0 мм виявлена поперечна протяжна несуцільність, яка перевищує контрольний рівень чутливості, з еквівалентною площею 1,9 мм^2 і умовною протяжністю 12,0 мм, з максимумом луна-сигналу від несуцільності у координаті 11^{00}.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 4,0 мм – А 1,9 мм^2 – Е 12 мм - Т– 11^{00}.

- у разі контролю зони сплавлення антикорозійного аустенітного наплавлення на деталі із сталі перлітного класу на глибині 6,0 мм виявлена поперечна протяжна несуцільність, яка перевищує бракувальний рівень чутливості, з еквівалентною площею 22 мм^2 і умовною протяжністю 8,0 мм, з максимумом луна-сигналу від несуцільності в координатах X = 37 мм; Y = 21 мм.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 6,0 мм – А 22 мм^2 – Е 8 мм - Т– X 37 мм – Y 21 мм;

- у разі контролю кутового зварного з'єднання штуцера на глибині 11,0 мм у координаті 12^{00} виявлена непротяжна несуцільність (точкова) з еквівалентною площею 2,2 мм^2, яка перевищує контрольний рівень чутливості.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 11,0 мм – А 2,2 мм^2 – Г-12 $^{0.}$

Примітка 2. Приклади скороченого запису під час опису несуцільностей за амплітудою:

- у разі контролю стикового зварного з'єднання на глибині 10,0 мм у координаті 12^{00} виявлена непротяжна несуцільність (точкова) амплітудою вище бракувального рівня на 6 дБ (Абр = 40 дБ).

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 10,0 мм – Д 40 + 6 дБ – Г-12^{00};

- у разі контролю стикового зварного з'єднання на глибині 8,0 мм виявлена протяжна несуцільність, яка перевищує контрольний рівень чутливості на 2 дБ (Абр = 40 дБ) і умовною протяжністю 17,0 мм, з максимумом луна-сигналу від несуцільності в координаті 09^{00}

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 8,0 мм – А 40 – 4 дБ – Е 17 – 09^{00}.

Примітка 3. За рішенням персоналу з НК Рівня 3 (Рівень ІІІ за рішенням роботодавця щодо атестації на Рівень ІІІ), сертифікованого/атестованого з ультразвукового методу контролю, допускається під час використання еталонних відбивачів типу «зарубка» після індексу амплітуди сигналу записувати значення максимальної площі несуцільності відносно фактичної площі зарубки.

ДОДАТОК С
(довідковий)
БІБЛІОГРАФІЯ

1. ГОСТ 5632-72 «Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки»

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН

Номер змін	Номери аркушів				Повідомлення		Підпис	Дата
	змінених	замінених	нових	анульованих	номер повідом-лення	кількість аркушів		