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 ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ (НАПІВФАБРИКАТІВ)

СОУ НАЕК 027:2024

НА 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 14.08.2025 № 28 (реєстраційний № 01-28-ПЗП)

ВВЕДЕНО В ДІЮ: наказ АТ «НАЕК «Енергоатом» від 18.08.2025 № 01-751-Н

ПОГОДЖЕНО: лист Держатомрегулювання від 12.08.2025 № 15-23/9944-10083

4 ДАТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ: 25.08.2025

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

6 ПЕРЕВІРКА: 25.08. 20 30 р.

7 КОД КНДК: 2.20.35

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

9 МІСЦЕ ЗНАХОДЖЕННЯ 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 027:2024

Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний ультразвуковий. Методика контролю основних матеріалів (напівфабрикатів)

Тимчасово виконуючий обов'язки першого віце-президента – технічного директора, виконуючий обов'язки члена правління	«14» 06 2024	О. Остаповець Ю. Шейко
Генеральний інспектор – директор з безпеки, виконуючий обов'язки члена правління	«13» 06 2024	О. Остаповець Ю. Кеснофонтов
Тимчасово виконуючий обов'язки виконавчого директора з виробництва та ремонтів	«07» 06 2024	Т. Ткач
Директор з якості та управління	«12» 06 2024	М. Дроган
Тимчасово виконуючий обов'язки директора інженерно-технічної дирекції виконавчої дирекції з виробництва та ремонтів	«07» 06 2024	С. Мар'їн
Начальник відділу стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління	«11» 06 2024	Ю. Груша
Технічний директор – головний інженер філії «Відокремлений підрозділ «Атомремонтсервіс»	«15» 05 2024	І. Полєшко
філія «Відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС»	від 05.02.2024 лист № 21-818/21-вих	
філія «Відокремлений підрозділ «Рівненська АЕС»	від 01.02.2024 лист № 22-2073/104	
філія «Відокремлений підрозділ «Хмельницька АЕС»	від 07.02.2024 лист № 36-88/2897	
філія «Відокремлений підрозділ «Південноукраїнська АЕС»	від 02.02.2024 лист № 23-0019/2127-вих	

ЗМІСТ

1 Сфера застосування 1
2 Нормативні посилання 1
3 Терміни та визначення понять 4
4 Познаки та скорочення 11
5 Загальні положення 12
6 Кваліфікація персоналу 14
7 Вимоги безпеки 15
8 Вимоги до засобів контролю 16
9 Підготовка і проведення ультразвукового контролю 26
10 Контроль основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) під час виготовлення обладнання і трубопроводів АЕС 28
11 Контроль основного металу обладнання в процесі експлуатації АЕС 42
12 Контроль основного металу трубопроводів в процесі експлуатації АЕС 46
13 Оцінювання результатів контролю 48
14 Реєстрація результатів контролю 50
Додаток А. Типова технологічна карта УЗК 53
Додаток Б. Методика визначення еквівалентної площі деяких відбивачів, що використовуються в еталонних зразках 55
Додаток В. Ескізи рекомендованих еталонних зразків 58
Додаток Г. Ультразвуковий контроль основного металу згинів трубопроводів 62
Додаток Д. Вимоги до еталонних зразків для контролю згинів щодо повздовжньо-орієнтованих несуцільностей 73
Додаток Е. Вимоги до еталонних зразків для контролю згинів щодо поперечно-орієнтованих несуцільностей 74
Додаток Ж. Документи оцінювання якості результатів ультразвукового контролю основних матеріалів (напівфабрикатів) і основного металу 76
Додаток И. Бібліографія 77
Аркуш реєстрації змін 78

СТАНДАРТ АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ «ЕНЕРГОАТОМ»

Технічне обслуговування та ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ (НАПІВФАБРИКАТІВ)

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт встановлює вимоги до кваліфікації персоналу, підготовки і методики проведення ультразвукового контролю основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць), що використовуються для виготовлення обладнання та трубопроводів АЕС, підготовки та методики проведення ультразвукового контролю основного металу обладнання й трубопроводів під час проєктування, конструювання, виготовлення, монтажу, експлуатації, ремонту, реконструкції, модернізації та подовження строку експлуатації АЕС, оцінювання та оформлення результатів ультразвукового контролю і вимоги безпеки.

1.2 Цей стандарт поширюється на ультразвукові методи неруйнівного контролю основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць), що використовуються для виготовлення обладнання та трубопроводів, і основного металу обладнання й трубопроводів під час проєктування, конструювання, виготовлення, монтажу, експлуатації, ремонту, реконструкції, модернізації та подовження строку експлуатації АЕС.

1.3 Вимоги цього стандарту є обов’язковими для персоналу підрозділів філій АТ «НАЕК «Енергоатом», які здійснюють ультразвуковий контроль основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць), основного металу обладнання і трубопроводів АЕС.

1.4 Вимоги цього стандарту є обов’язковими для внесення їх до тендерної документації та/або договору з підрядними організаціями, які виконують ультразвуковий контроль на замовлення АТ «НАЕК «Енергоатом», виготовляють і поставляють продукцію для АЕС.

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 027 необхідно користуватися зміненим (заміненим) документом або положення СОУ НАЕК 027 застосовувати без врахування вимог документа, дію якого скасовано

ДСТУ 2390-94 «Складання. Терміни та визначення»

ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення»

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

ДСТУ 2658-94 «Прокат чорних металів. Терміни та визначення дефектів поверхні»

ДСТУ 3021-95 «Випробування і контроль якості продукції. 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 4179-2003 «Рулетки вимірювальні металеві. Технічні умови»

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

ДСТУ 9051:2020 «Виливки із чавуну та сталі. Дефекти. Терміни та визначення понять»

ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 «ЄСКД. Експлуатаційні документи»

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

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

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 1330-2:2008 (EN 1330-2:1998, IDT) «Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 2. Загальні терміни стосовно методів неруйнівного контролю»

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

ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки»

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

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

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

СОУ НАЕК 005:2024 «Управління поставками (закупівлями) продукції. Технічна документація до предмета закупівлі. Порядок розроблення, оформлення та поводження. Вимоги до змісту РД 34.17.418-81 (И № 23 СД-80) «Инструкция по дефектоскопии гибов трубопроводов из перлитной стали»

УДК 621.186.3:669 Инструкция по ультразвуковому контролю эрозионно-изношенных выходных кромок рабочих лопаток турбин. СПО «Союзтехэнерго», 1979г.

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 011:2019 «Інженерна, наукова і технічна підтримка. Метрологічне забезпечення експлуатації АЕС. Організація робіт із забезпечення єдності вимірювань та порядок їх проведення»

СОУ НАЕК 084:2023 «Технічне обслуговування та ремонт. Сталеві виливки для атомних енергетичних установок. Правила контролю»

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

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 2485:** номінальний діаметр; **ДСТУ 2860:** дефект; **ДСТУ 2960:** контроль, напівфабрикат; **ДСТУ 3021**: приймальний контроль; **ДСТУ 3761.3:** основний метал; **ДСТУ 2658:** розшарування; **ДСТУ 8733:** еквівалентна площа несуцільності, умовна протяжність несуцільностей або еталонного відбивача; **ДСТУ 9051:** флокен; **ДСТУ ISO 9000:** якість; **ДСТУ EN ISO 6520-1:** тріщина; **ДСТУ EN 1330-2:** несуцільність (неоднорідність); **СОУ НАЕК 005:2024:** обладнання АЕС; **СОУ НАЕК 009:** основний матеріал; **додаток И СОУ НАЕК 009:** включення, включення одиничне, несуцільність, пора; **додаток Ж СОУ НАЕК 009:** раковина; **СОУ НАЕК 011:** метрологічне підтвердження; **СОУ НАЕК 158:** матеріали; **СОУ НАЕК 160:** звітна документація.

Нижче подано інші терміни, використані у 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 акустичний метод проходження

Метод акустичного неруйнівного контролю, що базується на випромінюванні та прийманні хвиль, які одноразово пройшли через об’єкт контролю у будь-якому напрямку, й аналізуванні їхніх параметрів (використовується в цьому стандарті)

3.6 безконтактний спосіб збудження і приймання

Спосіб збудження та приймання пружних коливань, який не вимагає безпосереднього дотикання датчика до об'єкта контролю і застосування спеціальних середовищ для створення акустичного контакту (використовується в цьому стандарті)

3.7 ближнє поле (near-field)

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

3.8 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)

3.9 бракувальний рівень чутливості

Рівень чутливості, за якого проводиться оцінка допустимості виявленої несуцільності за амплітудою луна-сигналу (використовується в цьому стандарті)

3.10 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)

3.11 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)

3.12 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)

3.13 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)

3.14 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)

3.15 дефектограма

Умовне зображення контрольованої ділянки та дефектів об'єкта контролю на носії інформації (використовується в цьому стандарті)

3.16 дефектоскопічна установка

Сукупність функціонально об’єднаних дефектоскопічних приладів неруйнівного контролю із засобами механізації, автоматизації, оброблення, реєстрації і зберігання інформації залежно від призначення (використовується в цьому стандарті)

3.17 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)

3.18 діаграма спрямованості електроакустичного датчика

Діаграма, яка відображає властивість електроакустичного датчика випромінювати або приймати пружні хвилі в одних напрямках у більшому ступені, ніж у інших (використовується в цьому стандарті)

3.19 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)

3.20 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)

3.21 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)

3.22 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)

3.23 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)

3.24 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)

3.25 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)

3.26 імерсійний метод (immersion technique)

Метод, в якому об’єкт контролю та датчик занурюються в рідину, що використовується як контактне середовище (використовується в цьому стандарті з урахуванням п. 6.1.6 ДСТУ EN ISO 5577)

3.27 імовірність

Чисельна міра можливості настання певної події (використовується в цьому стандарті)

3.28 імпульс (pulse)

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

3.29 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)

3.30 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)

3.31 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)

3.32 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)

3.33 контактний електроакустичний датчик

Електроакустичний датчик, призначений для роботи контактним методом за допомогою акустичного контакту (використовується в цьому стандарті)

3.34 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)

3.35 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)

3.36 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)

3.37 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)

3.38 контрольний рівень чутливості

Рівень чутливості, за якого здійснюється вимірювання характеристик виявлених несуцільностей і оцінювання їхньої допустимості за граничними значеннями характеристик (умовної протяжності, висоти тощо) (використовується в цьому стандарті)

3.39 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)

3.40 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)

3.41 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)

3.42 луна-імпульсний метод (pulse-echo technique)

Метод, у якому ультразвуковий імпульс передається, а будь-який луна-сигнал приймається тим самим датчиком до того, як буде переданий наступний імпульс (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.1.1 ДСТУ EN ISO 5577)

3.43 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)

3.44 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)

3.45 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)

3.46 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)

3.47 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)

3.48 об’єкт контролю

Основні матеріали (напівфабрикати, деталі, складальні одиниці) та основний метал, що підлягають контролю ультразвуковим методом (використовується в цьому стандарті)

3.49 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)

3.50 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)

3.51 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)

3.52 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)

3.53 плоский кутовий штучний відбивач

Штучний відбивач у вигляді ділянки площини, перпендикулярної площині зразка, розташований так, що промені двократно відбиваються від відбивача і поверхні зразка (використовується в цьому стандарті)

3.54 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)

3.55 пошуковий рівень чутливості

Рівень чутливості, який встановлюється на дефектоскопі у разі пошуку дефектів (використовується в цьому стандарті)

3.56 приймач (receiver)

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

3.57 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)

3.58 робоча поверхня електроакустичного датчика

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

3.59 реальна чутливість

Параметр, що характеризується мінімальними розмірами реальних несуцільностей конкретного типу, які виявляються у конкретному об’єкті на заданій глибині цими засобами контролю, при заданих параметрах контролю і схемі сканування (використовується в цьому стандарті)

3.60 сканування (scanning)

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

3.61 спеціалізовані датчики

Датчики, у технічних умовах на які встановлено конкретний тип контрольованого виробу або групи виробів (використовується в цьому стандарті)

3.62 сторонні організації

Організації, що не є структурними підрозділами АТ «НАЕК «Енергоатом» (використовується в цьому стандарті)

3.63 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)

3.64 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)

3.65 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)

3.66 фокусна відстань (focal distance)

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

3.67 хордове сканування

Сканування циліндричних поковок прямим датчиком з одним перетворювачем і кутовим датчиками з бокової поверхні в напрямку, що є перпендикулярним до твірної (використовується в цьому стандарті)

3.68 частота (frequency)

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

3.69 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)

3.70 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)

3.71 ширина пучка

Область діаграми спрямованості електроакустичного приладу в режимі випромінювання та (або) приймання на рівні мінус 3 дБ, в режимі подвійного перетворення – мінус 6 дБ (використовується в цьому стандарті)

3.72 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)

3.73 щілинний метод (gap technique)

Метод, в якому датчик не перебуває в безпосередньому контакті з поверхнею об’єкта контролю, а з’єднаний з ним через шар рідини, товщиною не більше кількох довжин хвилі (використовується в цьому стандарті з урахуванням п.6.1.5 ДСТУ EN ISO 5577)

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АВД – амплітуда-відстань-діаметр

АЕС – атомна електрична станція

ВД – виробнича документація

АТ «НАЕК – акціонерне товариство «Національна атомна

«Енергоатом»	енергогенеруюча компанія «Енергоатом»
ЕЗ	– еталонний зразок
НД	– нормативна документація
НК	– неруйнівний контроль
КД	– кутовий датчик з одним перетворювачем
ПД	– прямопроменевий датчик з одним перетворювачем
ДД	– двоелементний датчик прямопроменевий
УЗ	– ультразвуковий
УЗК	– ультразвуковий контроль
ЧРЧ	– часове регулювання чутливості
філії ВП АЕС	– філія «Відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС», філія «Відокремлений підрозділ «Хмельницька АЕС», філія «Відокремлений підрозділ «Рівненська АЕС» та філія «Відокремлений підрозділ «Південноукраїнська АЕС» АТ «НАЕК «Енергоатом»

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Цей стандарт містить такі методики:

– контроль поковок, сортового прокату і виливків;
– контроль труб;
– контроль листів і штампованих заготовок із листа;
– контроль основного металу обладнання;
– контроль основного металу робочих лопаток турбін;
– позачерговий контроль основного металу труб;
– контроль основного металу згинів трубопроводів.

5.2 УЗК проводять з метою виявлення в основних матеріалах (напівфабрикатах, деталях, складальних одиницях) і основному металі тріщин, раковин, рихлостей, флокенів, розшарувань, неметалічних включень та інших несуцільностей, які призводять до появи індикацій із амплітудою, що є більшою ніж задане значення, яке називають контрольним рівнем, або зменшення сигналу, який пройшов до значення, що є меншим ніж заданий контрольний рівень.

5.3 У разі проведення УЗК основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) і основного металу не гарантується виявлення:

– несуцільностей, амплітуда сигналу від яких не перевищує луна-сигнал, відбитий від меж зерен кристалічної структури металів на 6 дБ;

– несуцільностей, амплітуда сигналу яких є меншою на 6 дБ ніж луна-сигнал, викликаний згасанням від меж зерен кристалічної структури металів;

– несуцільностей поблизу контрольованих поверхонь та відбивання (у разі контролю луна-методом).

При цьому в усіх випадках УЗК не гарантує визначення характеру несуцільностей та їхніх дійсних розмірів.

5.4 Визначення характеристик несуцільностей у разі застосування луна-імпульсного методу УЗК характеризуються, як мінімум:

– їхнім розташуванням в об’єкті (координати x, y, z);

– відбивною здатністю, яку визначають вимірюванням максимальної амплітуди луна-сигналу.

Можливо також визначити такі додаткові характеристики, як:

– орієнтація;

– розмір, обумовлений методом зниження амплітуди сигналу на 6 дБ або іншими методами переміщення датчика;

– форма: плоска чи об’ємна.

Несуцільності при застосуванні методу проходження характеризуються, як мінімум:

– їхнім розташуванням в об’єкті (координати x та y);

– максимальним послабленням сигналу проходження.

Можливо визначити ще таку додаткову характеристику, як площа зони послаблених сигналів.

5.5 Для кожного виду об’єкту контролю, що підлягає контролю, складається технологічна карта контролю, якою керується безпосередній виконавець. Технологічна карта контролю складається на підставі вимог цього стандарту і даних про контрольовані елементи (об’єкти).

Технологічна карта контролю повинна містити:

– найменування (вид) елементів (об’єктів) контролю;

– ескіз елементів (об’єктів) контролю;

– матеріал контрольованих основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу;

– схему контролю і напрямок сканування;

– розміри та параметри підготовленої для контролю поверхні;

– номінальні параметри контролю (частота, кут променя, тип УЗ-хвилі);

– параметри сканування (швидкість, крок сканування);

– дані про способи налаштування тривалості розгортки і чутливості контролю дефектоскопа;

– норми оцінки якості;

– НД з контролю та оцінки якості;

– інші параметри, необхідні для відтворення умов контролю.

Для контролю однотипних напівфабрикатів на дефектоскопічних установках замість карти контролю складається інструкція з контролю. У разі проведення ручного контролю допускається складання типових технологічних карт УЗК (див. додаток А).

5.6 УЗК проводять, методом тандем чи наскрізним методом в контактному, щілинному або імерсійному варіантах із використанням поздовжніх, поперечних, поверхневих (Релея) і нормальних (Лемба) типів УЗ-хвиль залежно від типорозмірів контрольованих основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу.

5.7 Дефектоскопічні установки слід застосовувати за умови забезпечення заданого обсягу контролю та виявлення несуцільностей, який відповідає контрольному рівню, з імовірністю не гірше 0,9.

5.8 Для підвищення надійності виявлення несуцільностей в контрольованому основному матеріалі (напівфабрикаті, деталі, складальній одиниці) або основному металі, які перевищують контрольний рівень, ручний контроль проводять на пошуковій чутливості, рівень якої відрізняється від контрольного рівня не менше ніж на 6 дБ у бік, що відповідає підвищенню чутливості контролю.

5.9 УЗК повинен бути передбачений технологією виготовлення напівфабрикату або виробу як етап технологічного процесу.

5.10 Документація на виготовлення виробу з питань, що стосуються УЗК, повинна бути погоджена з підрозділом контролю металу філії ВП АЕС.

5.11 Обсяг контролю визначають повнотою перевірки металу кожного контрольованого виробу. Обсяг контролю є суцільним, якщо весь метал виробу піддають контролю за заданою у цьому стандарті схемою.

5.12 УЗК проводиться після виправлення дефектів, виявлених під час візуального контролю, а також після капілярного та магнітопорошкового контролю, якщо останні передбачені ВД.

5.13 УЗК проводять за температури навколишнього повітря і контрольованої поверхні від 5 ^{0}С до 40 ^{0}С. У випадку виходу температури за зазначені межі, у холодну та теплу пору року, зазначені температурні умови мають бути створені штучно. При цьому властивості контактних середовищ повинні залишатися постійними при виконанні всіх процедур калібрування, налаштування та контролю.

5.14 Приймально-здавальний УЗК напівфабрикатів проводиться після термічного оброблення, якщо воно передбачено ВД. Якщо напівфабрикат перед термічним обробленням проходить механічне оброблення, яке не забезпечує його сканування в повному обсязі, то контроль проводиться двічі: до механічного і термічного оброблення в повному обсязі та після термічного оброблення в обсязі, який допускається конфігурацією напівфабрикату.

5.15 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.

5.16 Необхідність проведення УЗК, обсяг контролю, характеристики несуцільностей, що підлягають вимірюванню, і норми оцінки якості повинні бути зазначені в стандартах, технічних умовах або кресленниках на контрольовані основні матеріали (напівфабрикати, деталі, складальні одиниці) або основний метал.

6 КВАЛІФІКАЦІЯ ПЕРСОНАЛУ

6.1 До робіт з ультразвукового контролю основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу допускається персонал з неруйнівного контролю філій Компанії, який 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 філій Компанії і сторонніх організацій має право проводити контроль за станом основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу обладнання й трубопроводів за умови наявності у нього посвідчень встановленої форми на право проведення ультразвукового контролю. При цьому постійно діюча атестаційна комісія філії АТ «НАЕК «Енергоатом», в якій заплановано виконання відповідних робіт, повинна

провести додатковий практичний іспит для персоналу з неруйнівного контролю сторонніх організацій, що залучається до контролю металу на АЕС, з оформленням результатів.

6.3 До виконання ультразвукового контролю основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу обладнання й трубопроводів допускається персонал з неруйнівного контролю філій Компанії, який має кваліфікаційний Рівень I згідно з вимогами СОУ НАЕК 131. Цей контроль має виконуватись під безпосереднім наглядом персоналу, який має кваліфікацію не нижче Рівня II. До виконання ультразвукового контролю з оцінкою якості основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу обладнання й трубопроводів у процесі експлуатації АЕС допускається персонал з неруйнівного контролю філії АТ «НАЕК «Енергоатом», який має кваліфікацію не нижче Рівня II згідно з вимогами СОУ НАЕК 131.

6.4 До робіт з контролю основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) допускається персонал з неруйнівного контролю сторонніх організацій, що виготовляють і постачають продукцію для АЕС, який допущений до самостійної роботи, ознайомлений з вимогами цього стандарту, а також атестований та/або сертифікований з відповідного методу неруйнівного контролю згідно з встановленим у цій організації порядком.

6.5 До виконання робіт з контролю основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) з правом оцінки якості допускається персонал з неруйнівного контролю сторонніх організацій, що виготовляють і постачають продукцію для АЕС, який має кваліфікацію не нижче Рівня II та/або має діючий сертифікат особи не нижче Рівня 2 згідно з ДСТУ EN 1SO 9712 або іншим НД, отриманий в іншій (аналогічній) системі сертифікації.

7 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

7.1 При виконанні робіт з УЗК необхідно дотримуватись вимог НПАОП 0.00-1.69-13.

7.2 При експлуатації дефектоскопічних установок повинні виконуватися вимоги НПАОП 40.1-1.21-98.

При експлуатації УЗ-приладів мають дотримуватись рекомендації виробника щодо правил експлуатації та техніки безпеки, передбачені 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 повинні виконуватися вимоги безпеки НПАОП 0.00-1.80-18.

7.5 Роботи з ультразвукового контролю на висоті повинні проводитися із 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 повинен бути забезпечений спеціальними страхувальними засобами. Риштування і підмостки повинні забезпечувати безпечне та зручне розташування персоналу з НК.

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

7.7 Персонал філій АТ «НАЕК «Енергоатом» і сторонніх організацій, що

виконує ультразвукової 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 Усі особи, які беруть участь у проведенні контролю, у разі виконання робіт що потребують оформлення наряду-допуску (письмового розпорядження), проходять цільові інструктажі, які реєструються у наряді-допуску (розпорядженні), в журналі реєстрації інструктажів на робочому місці. У разі виконання робіт персоналом за усним розпорядженням, у місцях, де не вимагається реалізація заходів з підготовки робочих місць, цільовий інструктаж проводиться безпосереднім керівником робіт в усній формі без реєстрації.

7.9 Місця виконання робіт повинні забезпечуватися відповідними знаками безпеки відповідно до ДСТУ EN 1SO 7010.

7.10 За необхідності підключення дефектоскопу до електромережі та відсутності на робочому місці розеток, його підключення і відключення здійснює електротехнічний персонал.

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

7.12 У разі проведення УЗК поруч із місцем виконання зварювальних, шліфувальних, обрублювальних та інших робіт, робоче місце персоналу з НК повинно бути огороджене захисним екраном.

7.13 У разі виявлення несправності дефектоскопа необхідно припинити виконання робіт з контролю і відключити дефектоскоп (апаратуру).

8 ВИМОГИ ДО ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ

8.1 Під час проведення УЗК використовується таке обладнання:

–ультразвукові дефектоскопи з датчиками і кабелями;

–дефектоскопічні установки;

–калібрувальні зразки, контрольні зразки та ЕЗ;

–допоміжні пристрої, пристосування й матеріали.

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

–діапазон частот вихідного сигналу повинен бути від 0,5 МГц до 10,0 МГц;

–діапазон регулювання швидкості поширення ультразвукових коливань повинен бути від 2500 м/с до 6500 м/с;

–динамічний діапазон сигналів, які спостерігаються на екрані дефектоскопа, не повинен бути меншим ніж 20 дБ;

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

–дефектоскопи перевіряють на точність вимірювання відстаней глибиноміром із похибкою не більше 2,5 % за відстані 50 мм і більше та на точність вимірювання

амплітуд луна-сигналів з похибкою не більше ± 1 дБ;

–в ультразвуковому дефектоскопі допускається використання налаштування строба, ЧРЧ і побудови АВД-діаграм.

Ультразвуковий прилад, який реалізує метод проходження, має відповідати вимогам розділу 6 ДСТУ EN ISO 16810.

8.3 Дефектоскоп або дефектоскопічна установка повинні мати паспорт або формуляр, куди вносяться результати первинного метрологічного підтвердження, періодичного технічного обслуговування, періодичного метрологічного підтвердження; технічний опис та інструкцію з експлуатації.

8.4 Засоби вимірювальної техніки (УЗ-прилади) повинні мати документ про періодичне метрологічне підтвердження, виданий метрологічним підрозділом філії АТ «НАЕК «Енергоатом» або іншим уповноваженим органом та відповідати ДСТУ EN ISO 22232-1.

8.5 Знову виготовлені датчики мають відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 22232-2.

8.6 Кожен датчик повинен мати серійний (заводський) номер або ідентифікаційний номер, а також технічний паспорт в якому повинна бути вказана інформація відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 22232-2.

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

8.8 Перевірку дефектоскопа, з’єднувального кабелю та датчика здійснюють разом.

8.9 Дефектоскопи повинні перебувати у справному стані. Наказом (розпорядженням) філії АТ «НАЕК «Енергоатом» (підрозділу) повинні бути призначені особи, відповідальні за стан апаратури.

8.10 Виконання періодичного технічного обслуговування УЗ-апаратури організовує особа, відповідальна за стан апаратури, в обсязі та в терміни, передбачені технічним описом приладу, з реєстрацією результатів у паспортах (формулярах) або журналах.

8.11 Перед початком контролю персонал з НК зобов’язаний провести перевірку параметрів УЗ-апаратури відповідно до 8.11.1 – 8.11.3 із записом в журналі встановленої форми.

8.11.1 При перевірці параметрів дефектоскопа з ПД контролюють:

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

8.11.2 При перевірці параметрів дефектоскопа з ДД контролюють мертву зону.

8.11.3 При перевірці параметрів дефектоскопа з КД контролюють:

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

8.12 При метрологічному калібруванні/повірці апаратури проводять перевірку параметрів УЗ-апаратури відповідно до 8.12.1 - 8.12.3.

8.12.1 При перевірці параметрів дефектоскопа з ПД контролюють:

- частоту УЗ-коливань;

– осьову роздільну здатність.

8.12.2 При перевірці параметрів дефектоскопа з ДД контролюють:

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

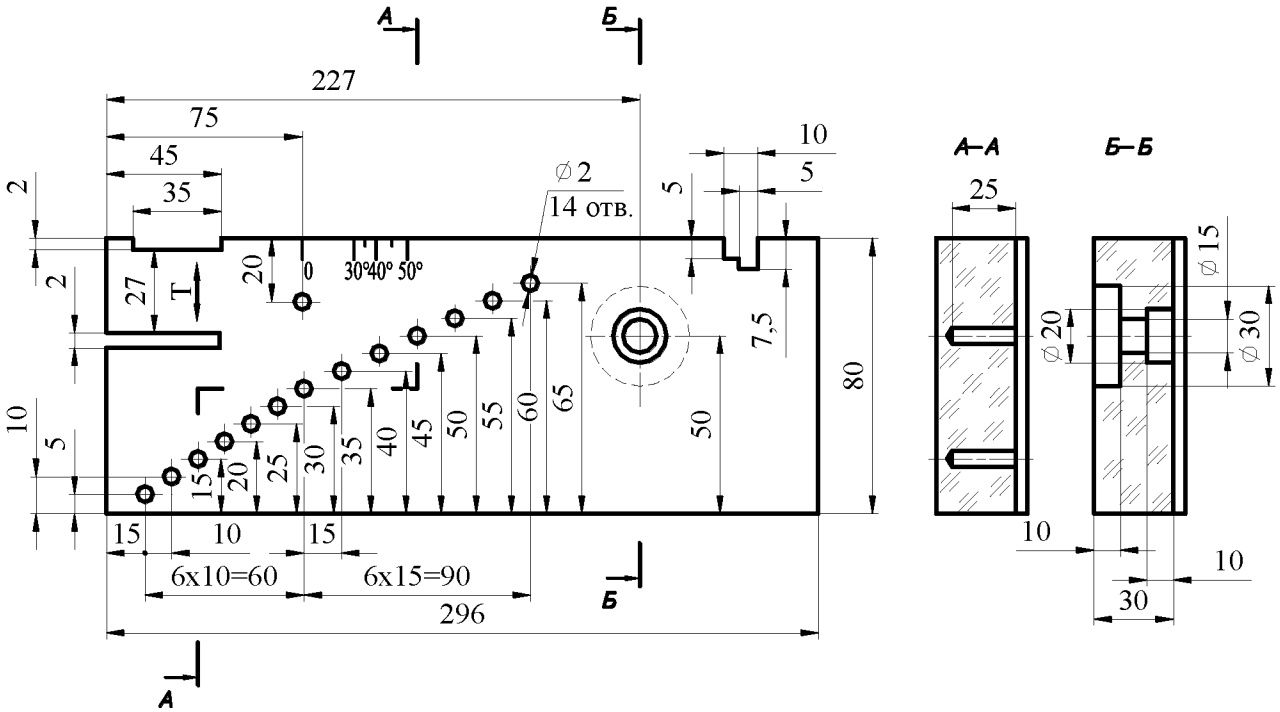
8.12.3 При перевірці параметрів дефектоскопа з КД контролюють частоту УЗ-коливань.

8.13 Необхідність обсяг і методика метрологічного підтвердження та перевірки основних параметрів спеціалізованих датчиків визначається виробником спеціалізованих датчиків.

8.14 Для визначення контрольованих параметрів УЗ-апаратури за 8.11.1 – 8.12.3 застосовують контрольні зразки типу СО-1, СО-2, СО-3 (рис. 8.1 – рис. 8.3) або калібрувальні зразки Міжнародного інституту зварювання V1 за ДСТУ EN 1SO 2400 і V2 (або зразки, які мають ідентичну конструкцію та товщину, більшу за V2) за ДСТУ EN 1SO 7963 (рис. 8.4, рис. 8.5), а також контрольні зразки (рис. 8.6 – рис. 8.9). Для налаштування чутливості контролю у разі контролю конкретного виду виробів застосовують ЕЗ або використовують АВД-діаграму.

8.15 Кожний зразок повинен мати маркування з реєстраційним номером і паспорт або формуляр, куди вносять результати метрологічного підтвердження.

В паспорті або формулярі на контрольний зразок і ЕЗ мають зазначатися реєстраційний номер зразка, його призначення (контрольний або ЕЗ), результати метрологічного підтвердження зразка, підписи представників метрологічної служби і підрозділу контролю металу. Допускається використовувати паспорти або формуляри ЕЗ, в яких зазначений стандартний зразок . Для ЕЗ повинні бути прикладені кресленики на виготовлення зразка і схема ходу променів під час його використання. Всі зразки мають зберігатися у спеціально відведеному місці.



де Т – час, виміряний до цілих значень мікросекунд

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

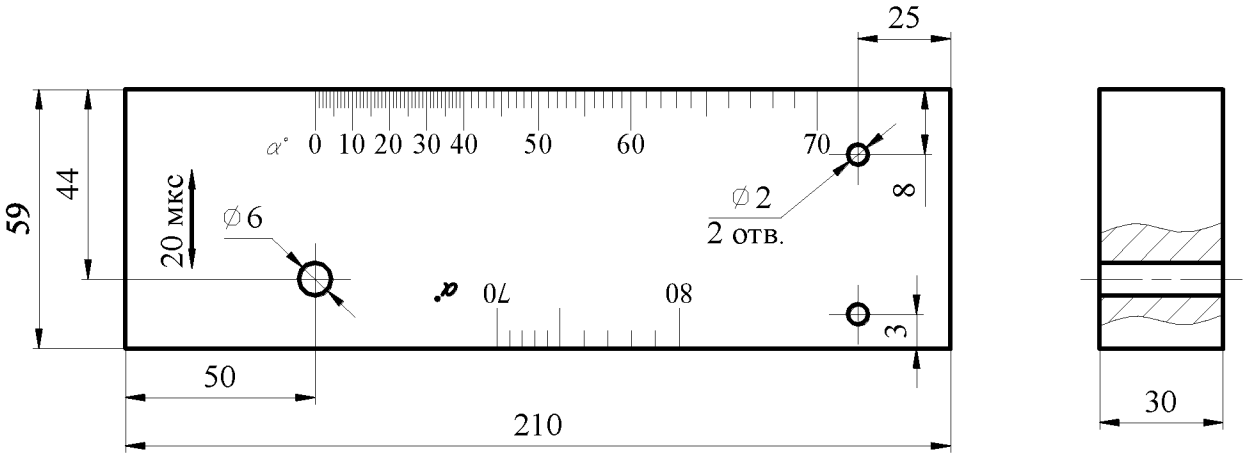


Рисунок 8.2 – Контрольний зразок СО-2 (матеріал – Ст.3)

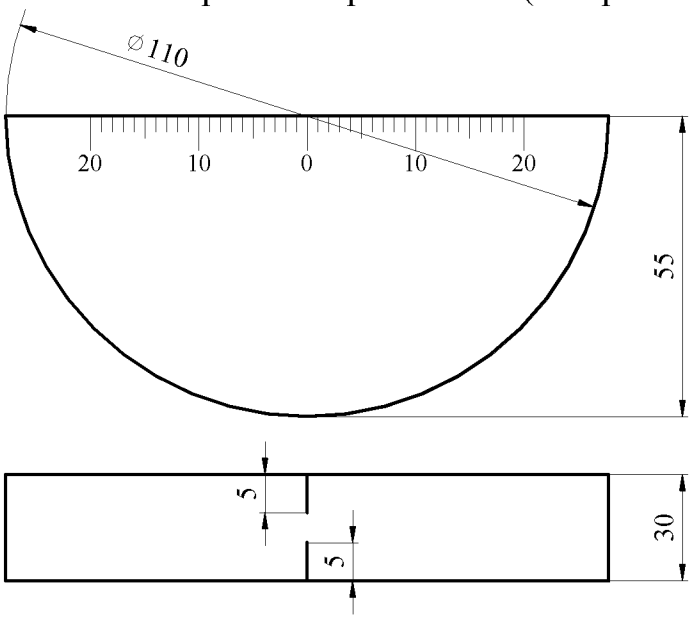


Рисунок 8.3 – Контрольний зразок СО-3 (матеріал – Ст.3)

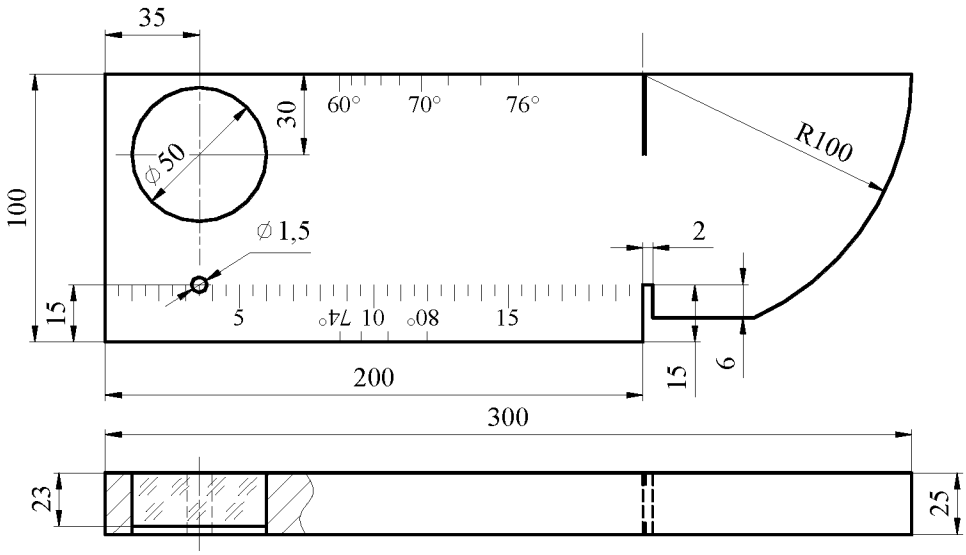


Рисунок 8.4 – Калібрувальний зразок V1

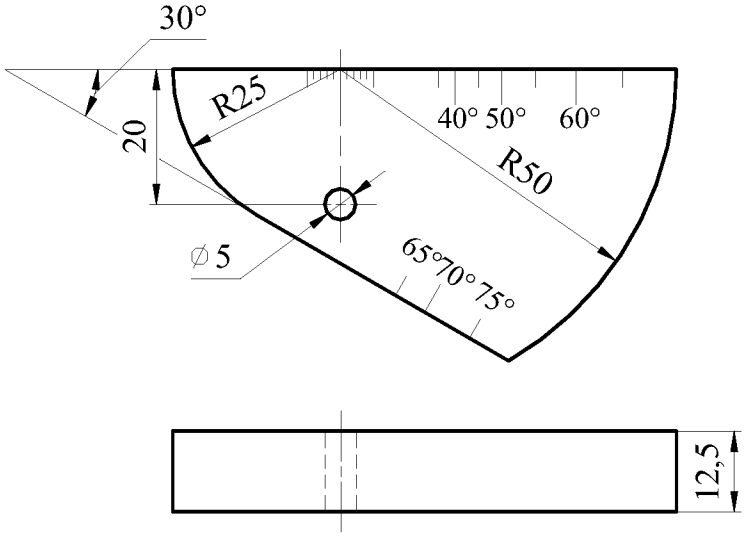


Рисунок 8.5 – Калібрувальний зразок V2

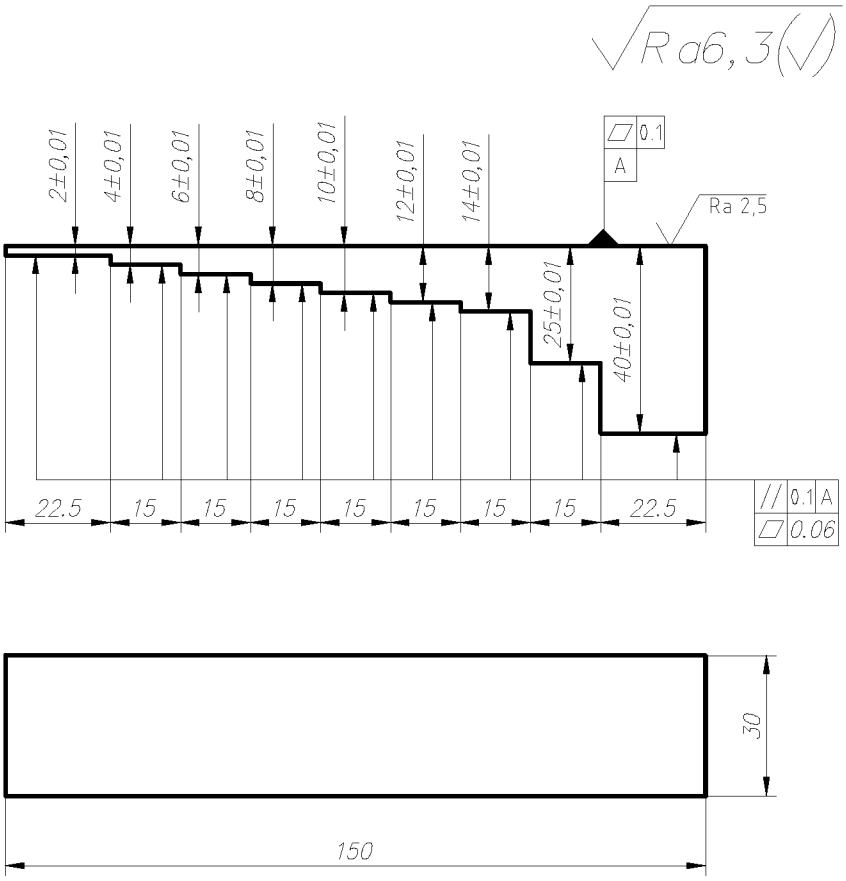


Рисунок 8.6 – Контрольний зразок для визначення фокусної відстані ДД (матеріал – Ст.3)

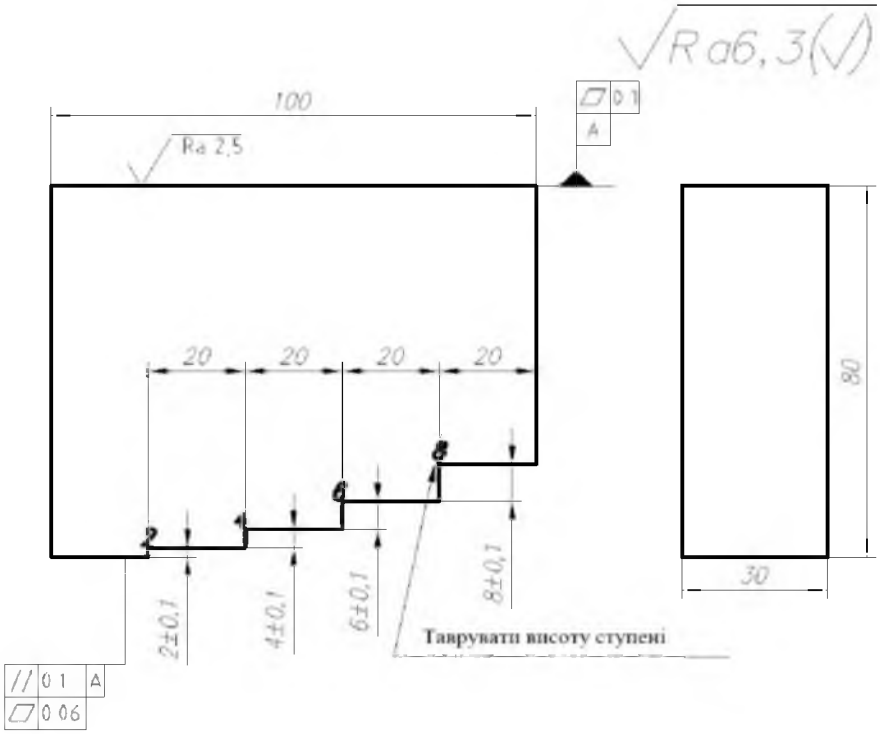


Рисунок 8.7 – Контрольний зразок для визначення осьової роздільної здатності ПД (матеріал – Ст.3)

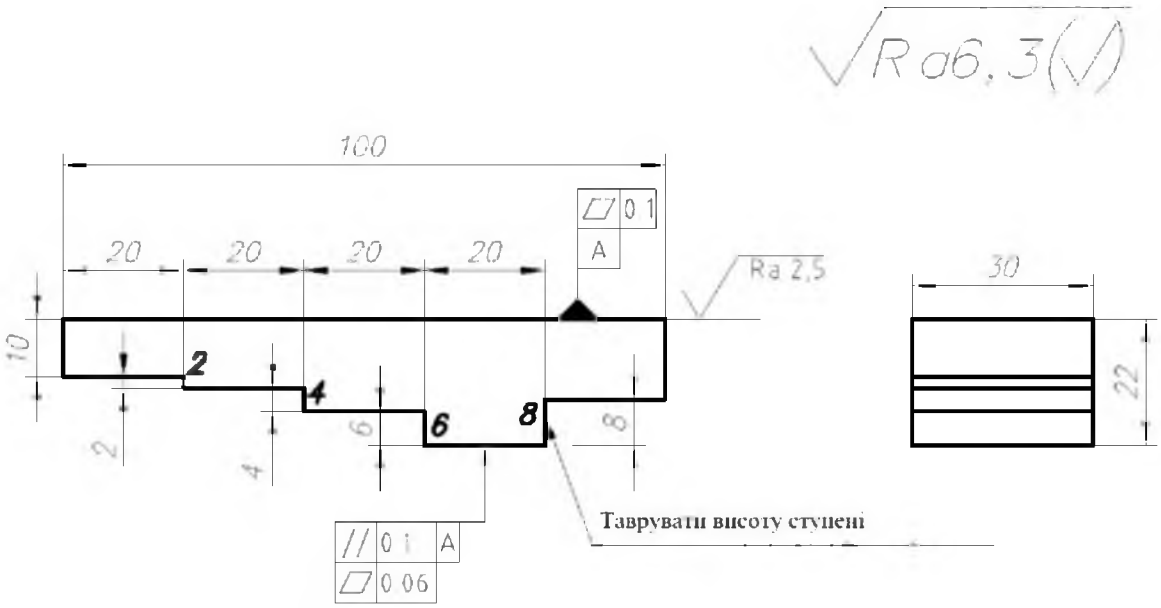


Рисунок 8.8 – Контрольний зразок для визначення осьової роздільної здатності ДД (матеріал – Ст.3)

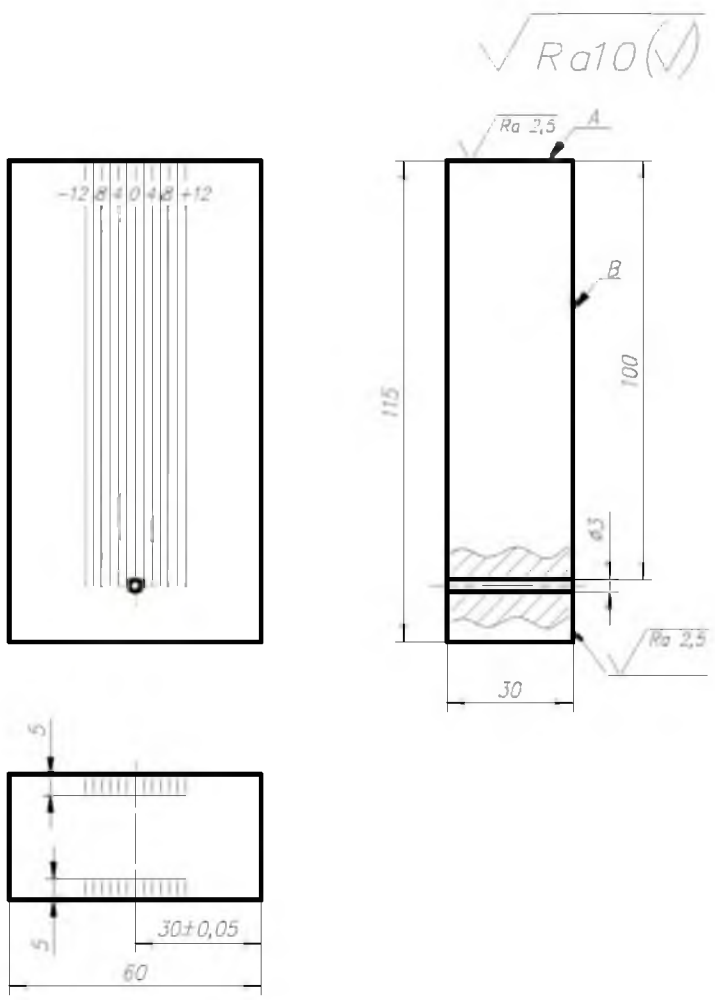


Рисунок 8.9 – Контрольний зразок для визначення відхилення осі пучка променів ПД і КД (на поверхнях А і В нанести риски глибиною не більше 0,05 мм, відстань між рисками 2 мм; на поверхні В навпроти рисок клеймити відстань від риски «0» в мм)

8.16 Калібрувальні, контрольні і ЕЗ метрологічно підтверджуються на відсутність в металі зразків внутрішніх дефектів, відповідність марки металу вимогам кресленика для контрольних зразків і вимогам п. 8.17 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.

8.17 ЕЗ мають бути виготовлені з матеріалу з тими ж акустичними

властивостями та мати таку саму шорсткість поверхні, що й контрольовані основні матеріали (напівфабрикати, деталі, складальні одиниці) або основний метал. В них мають бути відсутні несуцільності, які виявляються методами УЗК. Допускаються такі відмінності за властивостями зразка і основного матеріалу (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу:

– за швидкістю звуку ±5%
– за акустичним імпедансом ±5%
– за коефіцієнтом згасання ±20%
– за параметром шорсткості Ra контрольовані поверхні 2,5 мкм
– за донними луна-сигналами при однаковій товщині 4 дБ

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

Ширина ЕЗ повинна бути більше розміру датчика і забезпечувати відсутність впливу відбивання від бічних поверхонь на амплітуду луна-сигналу від штучного відбивача.

На відхилення кутових і лінійних розмірів еталонних відбивачів встановлюються такі допустимі значення:

– ± 0° 30' для кута між плоским дном отвору і віссю пучка променів датчика;

– ± IT 14 за ДСТУ ISO 286-1 для діаметра та $^{+0.05}_{-0.20}$ мм для ширини і висоти відбивача;

– ± 2,0° для кута між площиною відбивання кутового відбивача і поверхнею зразка.

На зразку рекомендується нанести маркування із зазначенням типорозміру зразка, розмірів еталонних відбивачів, реєстраційного номера зразка за журналом обліку.

8.18 У разі контролю циліндричних виробів з радіусом кривизни R менше 250 мм за опуклими і менше 500 мм за увігнутими поверхнями радіус кривизни поверхні ЕЗ повинен задовільнити умову:

$$0{,}9R_{вир} \leq R_{зрз} \leq 1{,}2R_{вир},$$

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

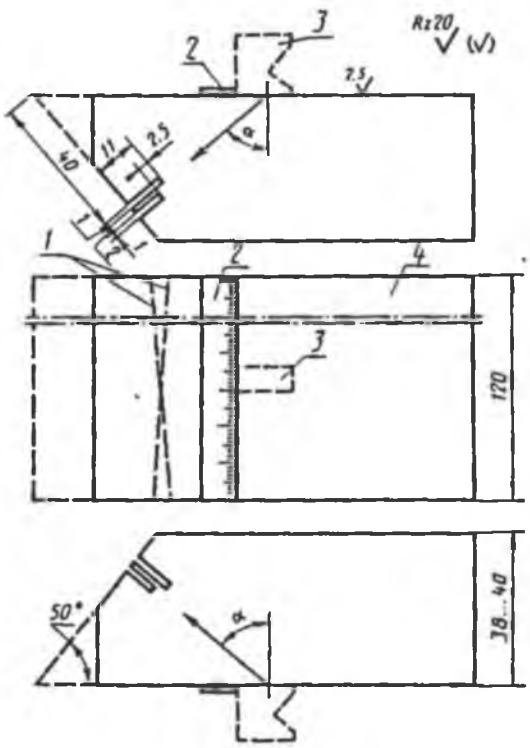
Допускається застосування ЕЗ із плоскими поверхнями для виробів з меншими радіусами кривизни, якщо експериментально підтверджено, що кривизна викликає зміну амплітуди вимірюваних сигналів не більше ±1 дБ.

8.19 Для забезпечення акустичного контакту датчиків, які мають криволінійну поверхню, з плоскою контрольованою поверхнею контрольних зразків і ЕЗ використовується ванна із контактною рідиною, рівень якої перевищує максимальний зазор між поверхнями датчика і зразка. При цьому чутливість виявлення апаратури не перевіряється.

8.20 В деяких випадках можна використовувати еталонні зразки, наприклад, з виявленими природними дефектами, для остаточного відпрацювання методики контролю і перевірки стабільності чутливості контролю.

8.21 Перевірку частоти УЗ-коливань проводять прямим вимірюванням на спектроскопі або осцилоскопі.

Дозволяється визначати частоту УЗ-коливань непрямим методом на зразку типу СО-4 (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 променя α 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 коливань датчиків

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

Значення роздільної здатності розраховується за формулою:

$$\Delta r \leq 2{,}0 \cdot \lambda \qquad (1)$$

де λ- довжина хвилі.

Запропонований критерій вираховується з формули:

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

де c – швидкість хвилі;

τ – тривалість імпульсу передавача;

T – період коливань;

f – частота.

8.23 Перевірку мертвої зони здійснюють за боковим отвором діаметром 2 мм на відстанях 3 мм і 8 мм від контрольованих поверхонь 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 контрольованих поверхонь V1. При цьому мертвою зоною вважається мінімальна відстань від контрольованої поверхні 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 в ЕЗ робляться плоскодонні отвори, розташовані на різних відстанях від поверхні, діаметр яких відповідає рівню реєстрації.

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 точку введення УЗ-хвиль як геометричний центр датчика, для чого проводять дві взаємно перпендикулярні лінії на його робочій поверхні (для датчика із круглою пластиною – діаметри, для датчика із прямокутною пластиною – середні лінії, паралельні більшій і меншій сторонам перетворювача). Точка перетину ліній є геометричним центром датчика. На боковій поверхні датчика позначають рисками точки перетину ліній із боковою поверхнею.

Примітка. Якщо форма або положення перетворювача в датчику невідомі, то положення центра датчика визначають за СО-3. В положенні датчика, який відповідає максимуму луна-сигналу, позначають лінію на датчику, що знаходиться над віссю зразка. Потім вимірювання повторюють із обертанням датчика на 90° навколо осі.

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

Датчик встановлюють так, щоб одна з ліній, що проходять через геометричний центр, була перпендикулярною до бічної поверхні зразка. Друге вимірювання проводять із обертанням датчика на 90°;

3) для кожного положення датчика вимірюють відхилення кута променя за поділкою шкали L1 (мм), розташованою під відповідною рискою на бічній поверхні датчика.

Кут відхилення (^{0}) розраховують за такою формулою:

$$\Delta\alpha = (L1 / r) \times (180/ \pi) \qquad (5),$$

де r = 100 мм.

Відхилення осі пучка променів від нормалі до поверхні повинно складати 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 і переміщують до отримання максимального донного луна-сигналу. Фокусну відстань приймають такою, що дорівнює товщині відповідної ступені. Допускається перевіряти фокусну відстань згідно з ДСТУ EN ISO 22232-2.

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

Датчик, орієнтований паралельно до бічних поверхонь зразка, переміщують до отримання максимуму луна-сигналу. Вказівна точка КД розташовується над позначкою, що відповідає осі радіуса кривизни зразка.

8.27 Кут променю визначається за відбиттям від отвору діаметром 6 мм СО-2, 50 мм або 1,5 мм V1 і 5 мм у V2 за максимумом луна-сигналу. Відстань від отвору повинна бути більшою за довжину ближнього поля датчика. Кут променю відповідає позначці на шкалах, нанесених на бічних поверхнях зразків. Датчик повинен бути орієнтований паралельно до бічних поверхонь зразка, а відстань від відбивача до датчика повинна бути більшою, ніж довжина його ближнього поля.

Відхилення кута променю від номінального значення повинно бути не

більшим, ніж зазначене в документації на конкретний датчик або серію датчиків.

У разі відсутності даних про відхилення кута променю від номінального значення в документації на конкретний датчик або серію датчиків слід використовувати наведені нижче значення:

– для кута променю до 60^0 $\pm 1{,}5^0$;
– для кута променю більшого або рівного 60^0 $\pm 2{,}0^0$.

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 і бічною поверхнею зразка. Використовується або пряме, або багаторазове відбиття так, 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 вздовж риски «0» до досягнення максимуму луна-сигналу, потім переміщують у сторони «+» і «–» до отримання абсолютного максимуму. Кут відхилення (^{0}) розраховується за формулою (3), де r – шлях ультразвуку у зразку.

Відхилення осі пучка променів КД від площини падіння не повинно бути більшим за два градуси.

8.29 Номінальні значення контрольованих за 8.22 – 8.28 параметрів УЗ-апаратури та їхні допустимі відхилення встановлюються у технічній документації на апаратуру або у ВД на контроль.

8.30 Контактне середовище повинно характеризуватися достатньою змочуваністю, в’язкістю та однорідністю, бути прозорим для ультразвуку в робочому діапазоні частот, легко видалятися з поверхні й не викликати корозію контрольованої поверхні.

В якості контактного середовища застосовують технічні рідини, мастило, гліцерин та інші речовини.

За більшої кривизни поверхні контрольованого виробу слід використати контактне середовище більш густої консистенції.

Контактне середовище, яке використовується у разі налаштування УЗ-апаратури, повинно бути ідентичним контактному середовищу, що використовується в разі проведення УЗК на об’єкті контролю.

Речовини, що входять до складу контактного середовища, і саме контактне середовище не є дефектоскопічними матеріалами і вхідному контролю не підлягають.

9 ПІДГОТОВКА І ПРОВЕДЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ

9.1 Під час проведення контролю робоча частота ультразвуку вибирається від 0,5 МГц і вище залежно від товщини контрольованих основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу і згасання ультразвуку. При цьому частота повинна бути такою, щоб половина довжини хвилі ультразвуку була меншою за лінійні розміри поверхні відбивання штучного дефекту, який підлягає реєстрації.

9.2 Перед проведенням УЗК проводиться суцільний візуальний контроль об’єкта контролю, всі виявлені дефекти за результатами візуального контролю повинні бути усунені до проведення УЗК.

9.3 Підготовлені для проведення УЗК поверхні необхідно перевірити на відповідність вимогам 9.4 і безпосередньо перед контролем ретельно протерти ганчір’ям і покрити шаром акустичного контактного середовища.

9.4 Для проведення УЗК контрольована поверхня УЗ-хвилі повинна бути оброблена із шорсткістю не більше Rz 40. Допускається проведення контролю по поверхні із більшою шорсткістю або по необробленій поверхні прокату за умови досягнення заданої чутливості контролю (контрольного рівня) і стабільності акустичного контакту.

Придатність поверхні під час контролю ПД перевіряється за стабільністю амплітуди донного луна-сигналу. При переміщенні датчика зміна амплітуди допускається в межах ±2 дБ.

9.5 Персонал з НК перед початком контролю зобов'язаний:

– отримати завдання (замовлення) на контроль із зазначенням найменування виробу, типорозміру, марки сталі, номера плавки, позначення кресленика;
– ознайомитися з технологічною картою контролю;
– ознайомитися з результатами попереднього контролю (за наявності);
– провести перевірку параметрів УЗ-апаратури відповідно до 8.11.1 – 8.11.3;
– налаштувати УЗ-апаратуру.

9.6 Персонал з НК повинен використовувати такі допоміжні інструменти та матеріали: лінійка, оливниця з контактною рідиною, обтиральні матеріали, крейда або фарби для позначення дефектних ділянок, ручка (олівець) і папір для реєстрації результатів контролю.

9.7 Донні поверхні основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу, паралельні або концентричні контрольовані поверхні УЗ-хвилі, повинні мати параметри шорсткості Rz не більше 160 мкм, якщо вони доступні для механічного оброблення.

9.8 Для зручності ручного контролю великогабаритних основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або довгих ділянок основного металу контрольовану поверхню рекомендується розмічувати на ділянки за допомогою швидкосохнучої фарби.

9.9 У випадках, про які йдеться у ВД, допускається проводити контроль за лініями (або точками перетину ліній) сітки, нанесеними із заданим кроком на поверхню контрольованих основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) або основного металу.

9.10 У разі ручного контролю по циліндричній або сферичній поверхні повинні бути передбачені додаткові заходи із забезпечення стабільного акустичного контакту та потрібної чутливості контролю (притирання поверхні датчика і застосування компенсуючих прокладок або опор, які фіксують положення датчика).

9.11 Налаштування апаратури УЗК на контрольний рівень проводиться перед початком контролю.

Відповідність чутливості контролю заданому рівню перевіряється періодично (не рідше ніж через кожну годину) в процесі контролю, в перервах між контролем і після його закінчення. Якщо встановлено, що чутливість контролю була нижче, контроль повторюється, починаючи з останнього контрольного вимірювання з позитивним результатом.

9.12 Методика контролю обирається такою, щоб забезпечити перевірку всієї товщини контрольованого основного матеріалу (напівфабрикату, деталі, складальної одиниці) або основного металу.

У випадку необхідності, на вимогу підрозділів контролю металу для усунення неконтрольованих ділянок, технологія виготовлення напівфабрикатів повинна передбачати наявність припуску в напівфабрикатах, представлених для контролю.

9.13 Пошук несуцільностей у разі ручного контролю проводиться порядко́вим скануванням зі швидкістю не більше 150 мм/с із кроком не більше 50% діаметра (ширини) перетворювача датчика у напрямку кроку сканування.

9.14 Підготовка поверхонь для УЗК і видалення контактного середовища після закінчення УЗК до обов'язків персоналу з НК не належить.

9.15 Рекомендується проводити контроль ланкою із двох фахівців, атестованих з цього методу НК. При цьому один із них повинен мати право надавати висновок.

10 КОНТРОЛЬ ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ (НАПІВФАБРИКАТІВ, ДЕТАЛЕЙ, СКЛАДАЛЬНИХ ОДИНИЦЬ) ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ І ТРУБОПРОВОДІВ АЕС

10.1 Контроль поковок, сортового прокату і виливків

10.1.1 Ультразвуковому контролю підлягають поковки, сортовий прокат і виливки (далі – заготовки), що виготовлені з нелегованих і легованих сталей і мають форму:

– паралелепіпеда з розмірами кожного із ребер більше 8 мм;
– суцільного циліндра діаметром більше 8 мм;
– порожнистого циліндра зовнішнім діаметром більше 30 мм із товщиною стінки більше 8 мм;
– сфери зовнішнім діаметром більше 100 мм із товщиною стінки більше 8 мм;
– напівфабрикати складної форми, яка містить у собі декілька вище перерахованих простих форм.

Заготовки простої форми (паралелепіпед, циліндр, куля тощо) з розмірами, що є менше зазначених, можуть контролюватися за допомогою спеціалізованих пристосувань. Рекомендується надавати для контролю заготовки, коли вони мають найпростішу форму.

10.1.2 Ультразвуковий контроль заготовки проводиться за допомогою ПД, ДД і КД із кутом введення від 35^0 до 70^0. За можливості вибору перевага надається куту введення 45^0.

Для контролю застосовуються також клин-насадки до ПД, які забезпечують кут променю поздовжніх хвиль від 30 до 150. Розміри датчиків вибирають відповідно до кривизни поверхні контролю із дотриманням вимоги 10.1.8.

10.1.3 Контроль заготовок здійснюється луна-методом, а у разі використання ПД – також наскрізним методом, якщо конструкція заготовки забезпечує отримання донного луна-сигналу.

10.1.4 Схема контролю, яка забезпечує найбільшу достовірність виявлення несуцільностей різної форми і орієнтації (повний контроль), повинна передбачати сканування кожного елементарного об'єму заготовки у трьох взаємно перпендикулярних або близьких до них напрямках.

Сканування ПД у будь-якому напрямку може бути замінено скануванням КД у напрямку, близькому до потрібного.

10.1.5 Схеми контролю заготовок простої форми наведені в табл. 10.1-10.4, де також показана можливість заміни ПД на ДД. При цьому контроль КД здійснюється у двох протилежних напрямках із повертанням датчика на кут 180^0.

10.1.6 Порожні циліндричні заготовки (табл. 10.1, позиції 3a і 3b) контролюються за хордою КД або ПД з насадкою таким чином, щоб кут променю забезпечував проходження осі пучка променів поздовжніх або поперечних хвиль у напрямку, близькому до дотичної внутрішньої циліндричної поверхні, або падіння на неї під кутом $45^0 \pm 5^0$.

10.1.7 Заготовки складної форми, зокрема які містять у собі декілька елементів більш простої форми, контролюються за схемою виробника з урахуванням вимог цього стандарту.

10.1.8 Основним типом штучного відбивача у ЕЗ є отвір з плоским дном, розташованим перпендикулярно до напрямку осі пучка променів. Замість плоскодонного отвору допускається використання інших типів еталонних відбивачів, для яких розрахунковим або експериментальним шляхом встановлено кількісне співвідношення амплітуд луна-сигналів з амплітудами луна-сигналів від плоскодонних отворів за заданих умов контролю (див. додаток Б). Амплітуду сигналу від штучного відбивача допускається визначати за допомогою АВД-діаграм.

10.1.9 Заготовки, які подаються на контроль, повинні мати припуск не менше ніж величина мертвої зони застосовуваної УЗ-апаратури. Величина припуску погоджується підрозділом контролю металу.

10.1.10 Для скорочення мертвої зони застосовують сканування ДД, високочастотним датчиком або контроль з двох боків виробу, або контроль відбитим променем.

10.1.11 Робочу частоту контролю вибирають відповідно до вимог 9.1, причому заготовки із нелегованої сталі, які не пройшли високотемпературне термооброблення, товщиною 200 мм і більше рекомендується контролювати на частоті від 1,8 МГц до 2,5 МГц або менше. Заготовки, які пройшли термооброблення або мають меншу товщину, рекомендується контролювати на частоті від 2,5 МГц і більше.

Рекомендований діапазон частот для контролю виливків від 1 МГц до 2,5 МГц.

10.1.12 Чутливість контролю визначають виходячи з контрольного рівня через еквівалентну площу S_0 (або діаметр d_0) плоскодонного отвору, вісь якого співпадає з напрямком осі пучка променів датчика. При цьому контрольний рівень, якщо він не обумовлений НД на виріб, встановлюють підвищенням чутливості контролю на 6 дБ відносно бракувального рівня.

10.1.13 Перед початком контролю дефектоскоп налаштовують так, щоб забезпечити потрібний контрольний рівень в усьому об’ємі контрольованого металу заготовки. Потім чутливість контролю підвищують не менше ніж на 6 дБ (пошуковий рівень чутливості $S_П$).

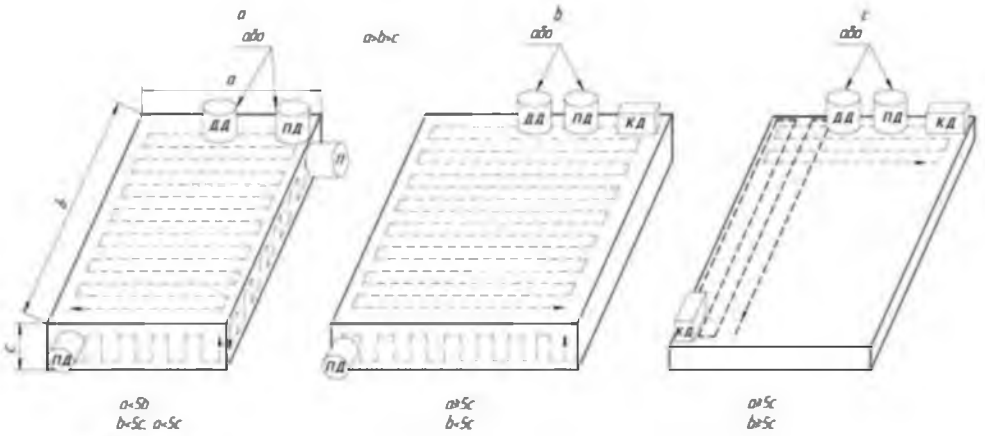
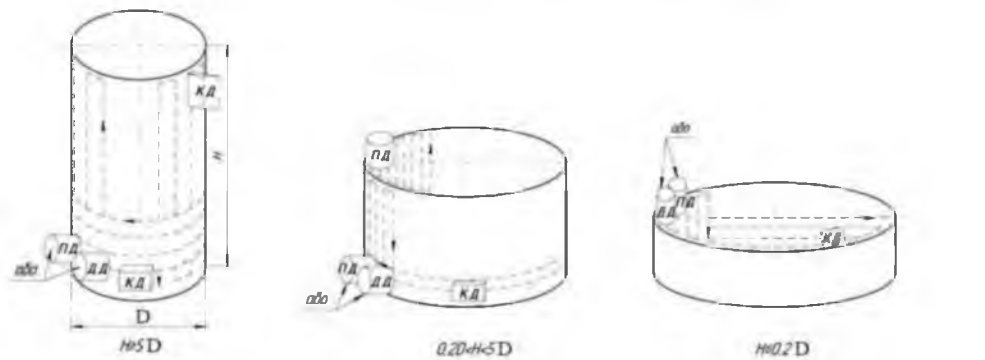
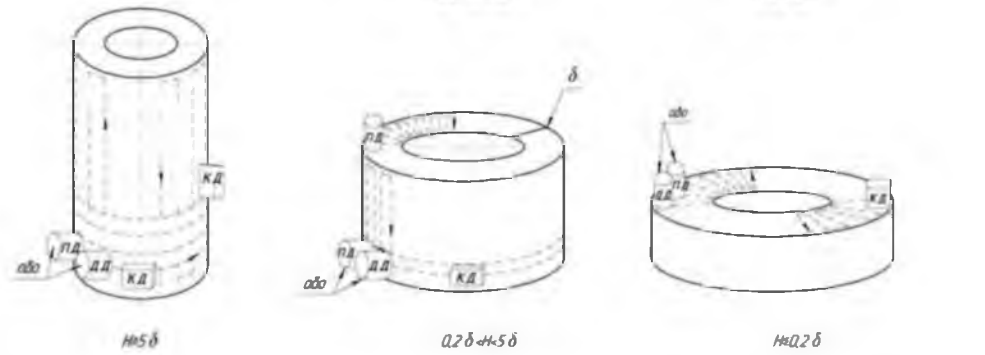
10.1.14 Налаштування чутливості контролю дефектоскопа виконують за ЕЗ (див. додаток В, рис. В.1–В.8) або АВД-діаграмами. Налаштування тривалості розгортки та глибиноміра проводять за інструкцією з експлуатації дефектоскопа.

10.1.15 Для врахування зміни контрольного рівня за товщиною виробу рекомендується:

- користуватися часовим регулюванням чутливості контролю;
- використовувати АВД-діаграми;
- послідовно контролювати різні за глибиною зони поковки (пошаровий

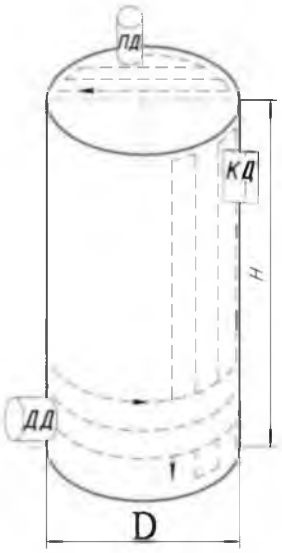
контроль) з відповідним коригуванням чутливості контролю.

Таблиця 10.1 – Напрямок сканування та способи налаштування чутливості контролю у разі контролю поковок, відливків і сортового прокату плоских заготовок (плит, брусків, дисків) і циліндрів (валів, кілець, обичайок) діаметром 500 мм і більше

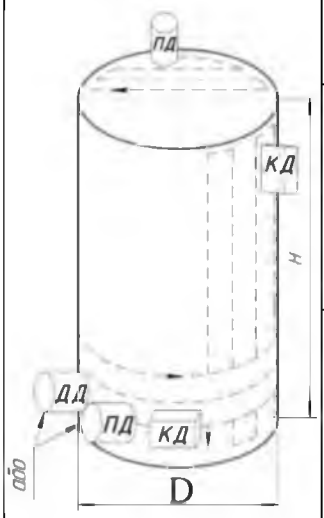
№ з/п	Ескіз заготовки та схема сканування	Способи налаштування
1		За допомогою ЕЗ згідно з рис. Г.8 або За допомогою АВД-діаграм або За допомогою штучних дефектів у самому виробі, якщо це допускається конструкцією чи технологією
2		
3	 D – зовнішній діаметр заготовки; H – висота заготовки; δ – товщина стінки порожнистого циліндра; a – товщина заготовки; b – довжина заготовки; c – ширина заготовки. КД з повертанням на 180^0	

Примітка. Сканування проводиться по всій площині металу з кроком сканування не більше половини фізичного розміру перетворювача.

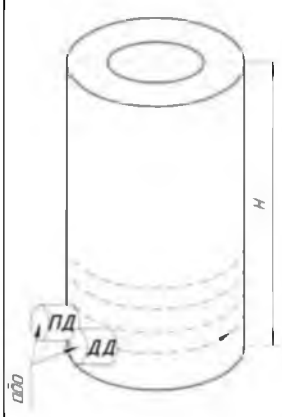
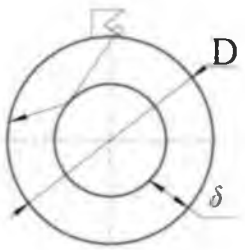
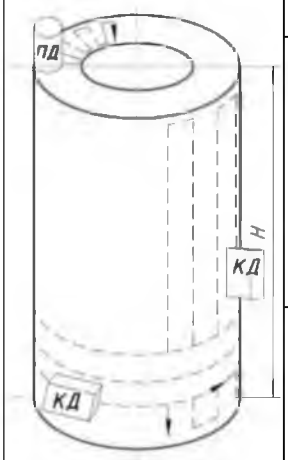
Таблиця 10.2 – Напрямок сканування та способи налаштування чутливості контролю у разі контролю суцільних циліндрів малого діаметра (8 мм ≤ D ≤ 30 мм).

Ескіз виробу	Напрямок сканування	Контрольована поверхня	Тип датчика	Способи налаштування
	Вздовж радіуса	Бічна циліндрична	ДД	За допомогою ЕЗ за типом рис. Г.1 або за допомогою АВД-діаграм
	Вздовж осі	Торцева при H ≤5D	ПД	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.2 або за допомогою АВД-діаграм
	Вздовж осі	Бічна циліндрична при H >5D	КД з кутом нахилу клина 40° вздовж твірної у двох протилежних напрямках	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.3 або за допомогою АВД-діаграм
Умовні позначення – як в таблиці 10.1				

Таблиця 10.3 – Напрямок сканування та способи налаштування чутливості контролю у разі контролю суцільних циліндрів діаметром від 30 мм до 500 мм

Ескіз заготовки	Напрямок сканування	Контрольована поверхня	Тип датчика	Способи налаштування
	Вздовж радіуса	Бічна циліндрична	ПД і (або) ДД	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.2 (для 30 мм<D≤80 мм) або рис. Г.5 (для D > 80 мм) або за допомогою АВД-діаграм
	Хордовий напрямок	Бічна циліндрична	КД з кутом нахилу клина 30° по хорді у двох протилежних напрямках	
	Вздовж осі	Торцева (при H ≤5D)	ПД	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.2 або за допомогою АВД-діаграм
		Бічна циліндрична при H >5D	КД з кутом нахилу клина 40° вздовж твірної у двох протилежних напрямках	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.6 (для D>150 мм) або рис. Г.3 (для D<150 мм) або за допомогою АВД-діаграм
Умовні позначення – як в таблиці 10.1				

Таблиця 10.4 – Напрямок сканування та способи налаштування чутливості контролю у разі контролю порожнистих циліндрів. Патрубки, кільця, стакани при 100 мм<D<500 мм, δ≥10 мм

Ескіз заготовки	Напрямок сканування	Контрольована поверхня	Тип датчика	Способи налаштування
	Вздовж радіуса	Бічна циліндрична	ПД і (або) ДД	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.5 або рис. Г.7 або за допомогою АВД-діаграм
	Хордовий (при однократному відбитті)	Бічна циліндрична	КД з кутом нахилу клина 30° перпендикулярно твірної у двох протилежних напрямках	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.6, з налаштуванням на подвоєну товщину або за допомогою АВД-діаграм
	Вздовж твірної	Торцева (при H ≤5δ)	ПД	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.2 або за допомогою АВД-діаграм
	Вздовж твірної	Бічна циліндрична (при H >5δ)	КД з кутом нахилу клина 40° вздовж твірної у двох протилежних напрямках	За допомогою ЕЗ по типу рис. Г.6 або за допомогою АВД-діаграм
Умовні позначення – як в таблиці 10.1				

10.1.16 Якщо не вдається забезпечити контроль заготовки або її частини на чутливості контролю, яка відповідає заданому контрольному рівню, рекомендується перевірити можливість досягнення потрібної чутливості контролю із використанням таких способів:

1) якщо у разі повного посилення УЗ-приладу не вдається досягти заданої чутливості контролю, але сигналів перешкод від структурних неоднорідностей металу заготовки при цьому не спостерігають на екрані, рекомендується застосовувати:

– інші типи датчиків та інші частоти (зокрема, у разі контролю заготовок товщиною 100 мм і більше застосовувати датчики великого діаметра і більш низькі частоти, а у разі контролю заготовок товщиною менше 100 мм – датчики меншого діаметра, ДД і більш високі частоти);

– схему контролю з двох протилежних поверхонь заготовки для скорочення шляху ультразвуку;

2) якщо досягненню заданої чутливості контролю перешкоджає високий рівень перешкод від структурних неоднорідностей металу заготовки, рекомендується:

– застосувати датчик з більш низькою частотою;

– застосовувати датчики більшого діаметру (у разі контролю товстих заготовок) і ДД (у разі контролю тонких заготовок);

– зменшити тривалість імпульсу передавача;

– застосовувати схему контролю з двох протилежних поверхонь заготовки для скорочення шляху ультразвуку;

– застосовувати способи вирівнювання чутливості контролю, рекомендовані для усунення структурних шумів на початку розгортки.

Якщо після виконання зазначених рекомендацій потрібна чутливість контролю по всій заготовці не забезпечена, то за погодженням з експертною організацією здійснюється контроль на максимально можливій чутливості контролю зі зазначенням її у звітній документації.

10.1.17 Сканування виконують відповідно до вимог 9.13.

10.1.18 Стабільність акустичного контакту в разі контролю ПД необхідно постійно перевіряти за амплітудою донного луна-сигналу, яка не повинна зменшуватися до контрольного рівня. Стабільність акустичного контакту в разі контролю КД забезпечується наявністю достатньої кількості контактної рідини (мастила, речовини) та її консистенцією.

10.1.19 Реєстрації підлягають:

– несуцільності у виробі, амплітуда луна-сигналу від яких дорівнює або перевищує контрольний рівень;

– несуцільності у виробі, під дією яких амплітуда донного луна-сигналу зменшується до рівня, що не перевищує контрольний рівень (для наскрізного методу УЗК).

10.1.20 Координати виявленої несуцільності визначають із врахуванням напрямку осі пучка променів та відстані від вказівної точки датчика до несуцільності (за інструкцією з експлуатації дефектоскопа).

10.1.21 За допомогою УЗК можуть бути визначені такі характеристики несуцільностей:

– еквівалентна площа (еквівалентний діаметр) або амплітуда;

– умовна протяжність;

– поділ на протяжні та непротяжні;

– умовна висота несуцільностей (у разі контролю КД);

– відстань між несуцільностями;

– кількість несуцільностей в заданому об’єкті або на заданій ділянці поверхні;

– інші показники, доступні для вимірювання в разі застосування УЗК, встановлені технічними умовами та/або стандартами на напівфабрикати.

10.1.22 Розміри несуцільності в умовних одиницях (еквівалентна площа, умовна протяжність, умовна висота) визначаються, якщо це передбачено НД або ВД.

10.1.23 Несуцільності кваліфікуються як протяжні, якщо значення умовної протяжності для них більше, ніж умовна протяжність L_0 для плоскодонного відбивача з еквівалентною площею, що відповідає вимірюваній несуцільності. Значення L_0 визначають за ЕЗ.

Несуцільності кваліфікуються як непротяжні (точкові), якщо значення умовної протяжності для них менше ніж дорівнює умовній протяжності L_0.

10.1.24 Еквівалентна площа або еквівалентний діаметр виявленої несуцільності визначається за амплітудою максимального луна-сигналу.

Умовну висоту несуцільності знаходять за допомогою тільки КД шляхом його переміщення по прямій лінії через точку, яка відповідає максимуму луна-сигналу, і вимірювання координат несуцільності в точках, що відповідають зменшенню амплітуди луна-сигналу на 6 дБ від максимального значення або до контрольного рівня. При цьому з двох зазначених значень обирають те значення, яке відповідає більш високому рівню чутливості контролю.

Несуцільність вважається розвинутою за висотою, якщо різниця координат по висоті більша, ніж та сама різниця для плоскодонного відбивача відповідного еквівалентного діаметра.

10.1.25 Якщо у ВД або НД обумовлена допустима відстань між несуцільностями, то її визначають як відстань між центрами непротяжних несуцільностей, або відстань між межами протяжних несуцільностей, або відстань між центром непротяжної і межею протяжної несуцільності. Вимірювання відстані між несуцільностями, які залягають на різній глибині, виконується зі врахуванням цієї відстані за допомогою простих геометричних побудов.

При визначенні протяжності несуцільностей (l) і відстані між ними в напрямку по колу у випадку циліндричної поверхні виробу слід враховувати глибину їхнього залягання згідно з формулою:

$$l = L\,(1 - 2z/D), \qquad (4)$$

де L – протяжність (відстань між несуцільностями), виміряна по поверхні циліндричного виробу діаметром D;

z – глибина залягання несуцільності від поверхні.

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

10.1.27 При поширенні УЗ-променів поблизу бічної поверхні заготовки виникає ділянка недостовірного контролю, де вимірювання характеристик дефектів не

проводять. Ширина ділянки недостовірного контролю складає не менше половини розміру датчика та визначається наявністю впливу відбивання від бічної поверхні на луна-сигнал від дефекту.

10.1.28 За потребою дефекти реєструють на дефектограмі та маркують на поверхні виробу.

10.2 Контроль труб

10.2.1 Ультразвуковому контролю підлягають безшовні монометалічні та біметалічні труби, виготовлені з нелегованих і легованих сталей, з зовнішнім діаметром від 8 мм і більше, з товщиною стінки від 1 мм до 70 мм і відношенням товщини стінки труби до зовнішнього діаметра не більше 0,2.

10.2.2 При виконанні ультразвукового контролю суцільності металу труб застосовуються метод тандем і наскрізний метод відповідно до табл. 10.5. Ультразвуковий контроль забезпечує виявлення несуцільностей металу труб:

– при контролі луна-методом – тих, що викликають луна-сигнал амплітудою не менше амплітуди луна-сигналу від штучного відбивача в ЕЗ, заданого в НД на труби;

– при контролі методом тандем або наскрізним методом – тих, що викликають послаблення наскрізного або донного луна-сигналу не менше, ніж послаблення, задане в НД на труби.

При цьому враховуються обмеження, зазначені в 5.3.

10.2.3 УЗК труб зовнішнім діаметром менше 50 мм проводиться за допомогою автоматизованих або механізованих дефектоскопічних установок на заводах-виробниках труб.

Труби зовнішнім діаметром 50 мм і більше контролюються на установках або вручну.

10.2.4 При проведенні УЗК труб з зовнішнім діаметром менше 250 мм вживають заходів щодо стабілізації акустичного контакту, які передбачені 9.10 цього стандарту.

10.2.5 УЗК труб слід проводити на частотах від 2,0 МГц до 10 МГц. Для труб з великою структурою матеріалу і грубою поверхнею дозволяється проводити контроль на частотах від 1,0 МГц до 2,0 МГц за умови забезпечення заданої чутливості контролю.

10.3 Контроль монометалічних труб

10.3.1 В якості ЕЗ для проведення контрольних операцій використовується відрізок бездефектної труби, виготовлений із того самого матеріалу, того самого типорозміру і з тією ж якістю поверхні, що і контрольована труба. При цьому відхилення розмірів і властивостей матеріалу зразка від контрольованих труб не повинні змінювати сигнал від штучного відбивача більше ніж на ±2 дБ.

10.3.2 На ЕЗ робляться штучні відбивачі у вигляді рисок (рис. 10.1 – 10.3) або отворів із плоским дном, перпендикулярним до напрямку осі пучка променів.

Риски можуть бути зроблені з вибігом. При цьому їхня глибина повинна бути не меншою за трикратну висоту мікронерівностей поверхні контрольованого зразка.

Поперечні риски (див. рис. 10.3) робляться тільки на зовнішній поверхні.

Поздовжні риски на внутрішній поверхні зразка робляться у разі зовнішнього діаметру труб 15 мм і більше. У випадку, коли глибина риски є меншою за 0,5 мм, робляться риски трикутного профілю.

10.3.3 Контроль щодо поздовжніх несуцільностей, що імітуються рисками по рис. 10.1 і 10.2, проводиться ультразвуковими хвилями, які поширюються в стінці труби у напрямку, перпендикулярному до твірної (див. табл. 10.5, схеми 1, 5, 6); щодо поперечних несуцільностей, які імітуються рисками по рис. 10.3 – хвилями, які поширюються вздовж твірної труби (див. табл. 10.5, схема 2). При цьому контроль проводиться у двох протилежних напрямках.

Допускається застосування схем контролю, які відрізняються від наведених в табл. 10.5, за умови збереження напрямку ультразвукових хвиль і забезпечення виявлення заданих еталонних відбивачів, які визначають контрольний рівень.

10.3.4 Контроль щодо несуцільностей, які орієнтовані по колу труби та імітуються отвором з плоским дном, просвердленим вздовж радіуса труби з її внутрішньої поверхні, проводиться для труб з товщиною стінки 8 мм і більше ультразвуковими хвилями, які поширюються в радіальному напрямку (див. табл. 10.5, схеми 3, 4 і 7).

10.3.5 У разі відсутності в технічних умовах на труби настанов щодо схеми контролю, УЗК проводиться за схемою 1 (див. табл. 10.5), а для труб з товщиною стінки 8 мм і більше – також і за схемою 3 ПД або ДД.

10.3.6 Під час контролю труб на дефектоскопічних установках методика проведення випробування і налаштування чутливості контролю вибираються таким чином, щоб амплітуда луна-сигналів від еталонних відбивачів на внутрішній і зовнішній поверхнях труби відрізнялися не більше ніж на 3 дБ.

10.4 Контроль біметалічних труб

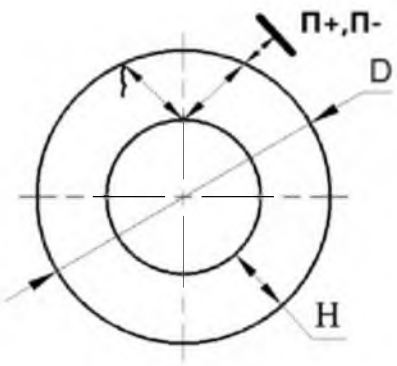
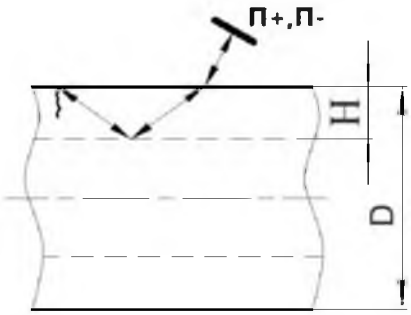
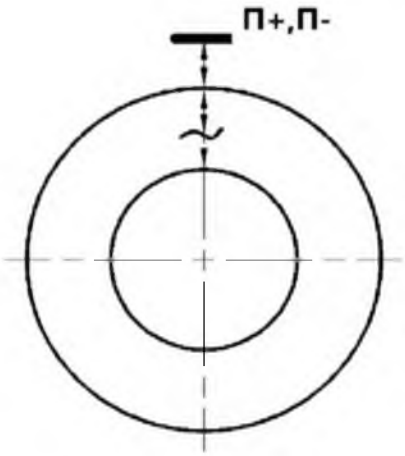
10.4.1 Основний метал труби до нанесення плакувального шару контролюється як монометалічна труба, якщо технологія виробництва допускає такий контроль. В цьому випадку після нанесення плакувального шару біметалічна труба контролюється лише на несуцільності типу розшарувань на межі і (або) всередині плакування за схемами 3 і 4 (див. табл. 10.5) з урахуванням рекомендацій 10.4.2.

10.4.2 Біметалічна труба контролюється за тією ж самою методикою, що й монометалічна труба, якщо рівень структурних перешкод від плакувального шару і його межі з основним металом не перешкоджає контролю при заданому контрольному рівні із врахуванням обмежень, зазначених в 5.3.

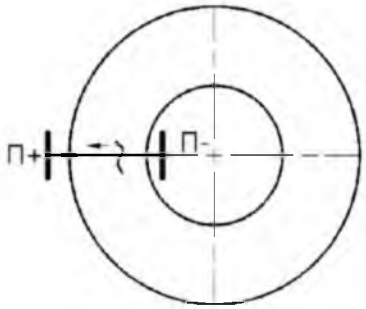
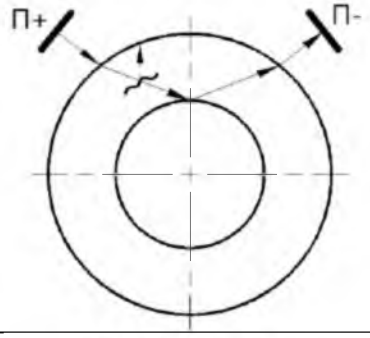
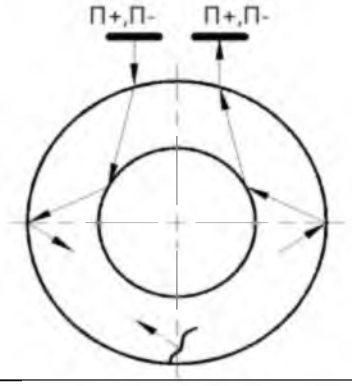
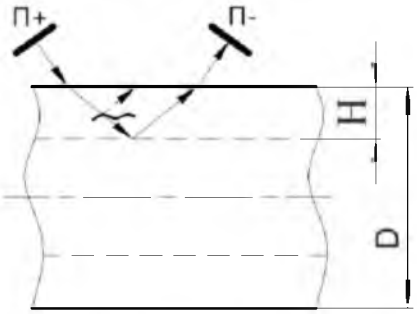
Допускається за погодженням із експертною організацією проведення контролю на максимально можливій чутливості контролю зі зазначенням у звітній документації.

10.4.3 Біметалічна труба, в якій рівень структурних перешкод від плакувального шару складає 6 дБ або більше від донного луна-сигналу, контролюється лише щодо несуцільності основного металу за схемами 1, 2 і 3 (див. табл. 10.5) прямим променем (тобто без відбиття променя від внутрішньої поверхні). Налаштування здійснюють по бездефектній ділянці труби зі знятим плакувальним шаром. Допускається застосування інших методик контролю і способів налаштування чутливості контролю, які гарантують виявлення несуцільностей не менших, ніж за методикою, вказаною вище.

Таблиця 10.5 – Схеми ультразвукового контролю труб.

Номер схеми	Схема сканування	Метод контролю і типи хвиль
1	2	3
1		Луна-метод, поперечні хвилі або хвилі Лемба
2		Луна-метод, поперечні хвилі або хвилі Лемба
3		Луна-метод, поздовжні хвилі

Кінець таблиці 10.5.

1	2	3
4		Наскрізний метод, поздовжні хвилі
5		Наскрізний метод, поперечні хвилі або хвилі Лемба
6		Наскрізний метод, поперечні хвилі або хвилі Лемба
7		Наскрізний метод, поперечні хвилі або хвилі Лемба

Примітка. → – напрямок сканування; D – зовнішній діаметр; H – товщина стінки; П+. – передавач; П- – приймач.

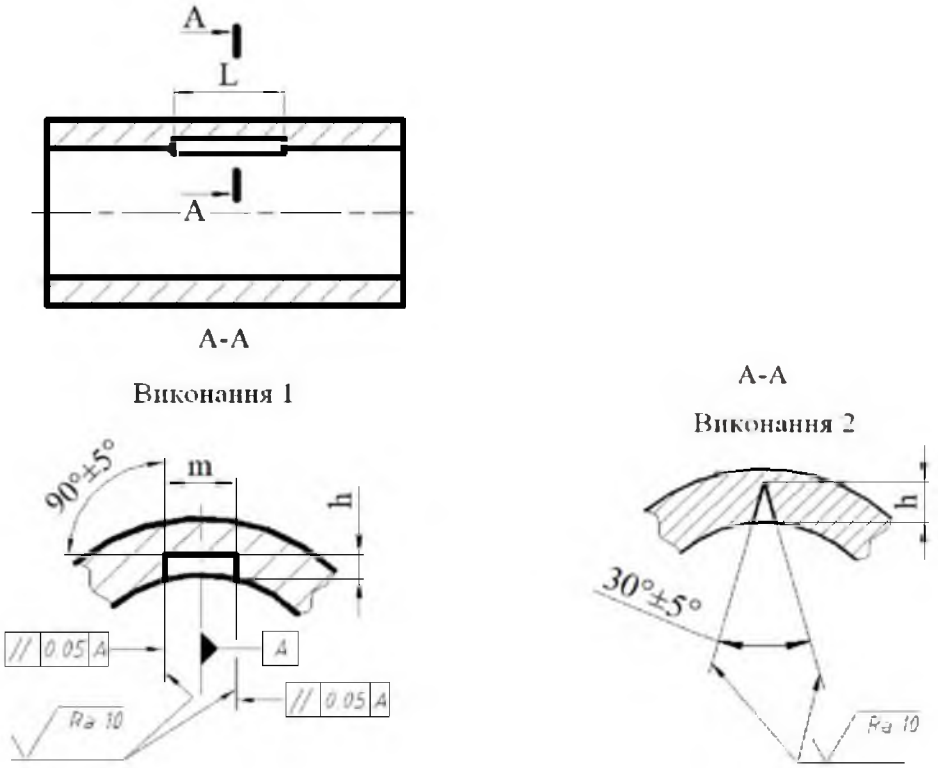


Рисунок 10.1 – Еталонний зразок з поздовжньою рискою на внутрішній поверхні труби

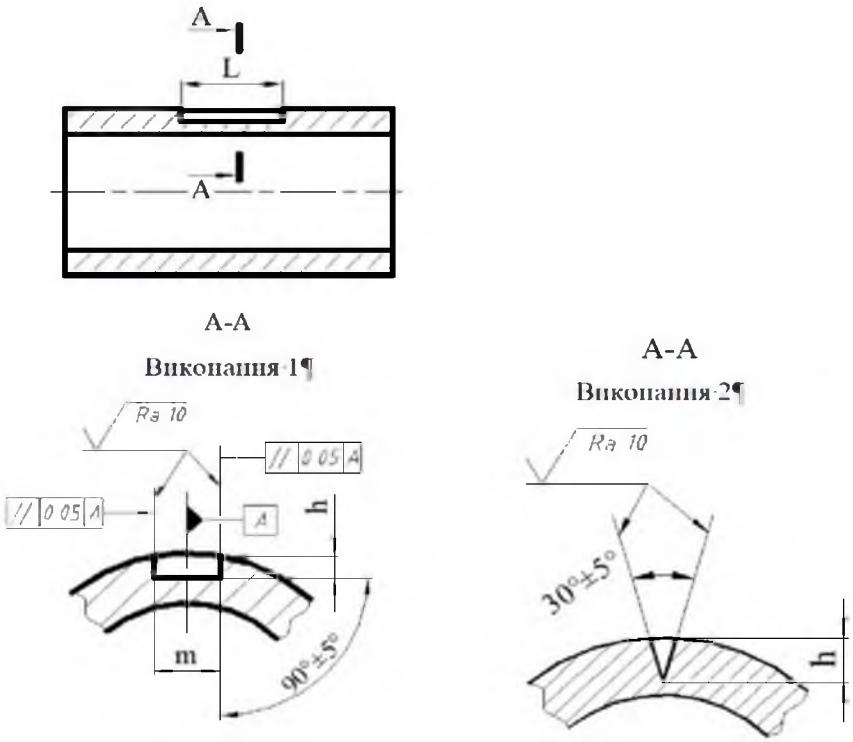


Рисунок 10.2 – Еталонний зразок з поздовжньою рискою на зовнішній поверхні труби

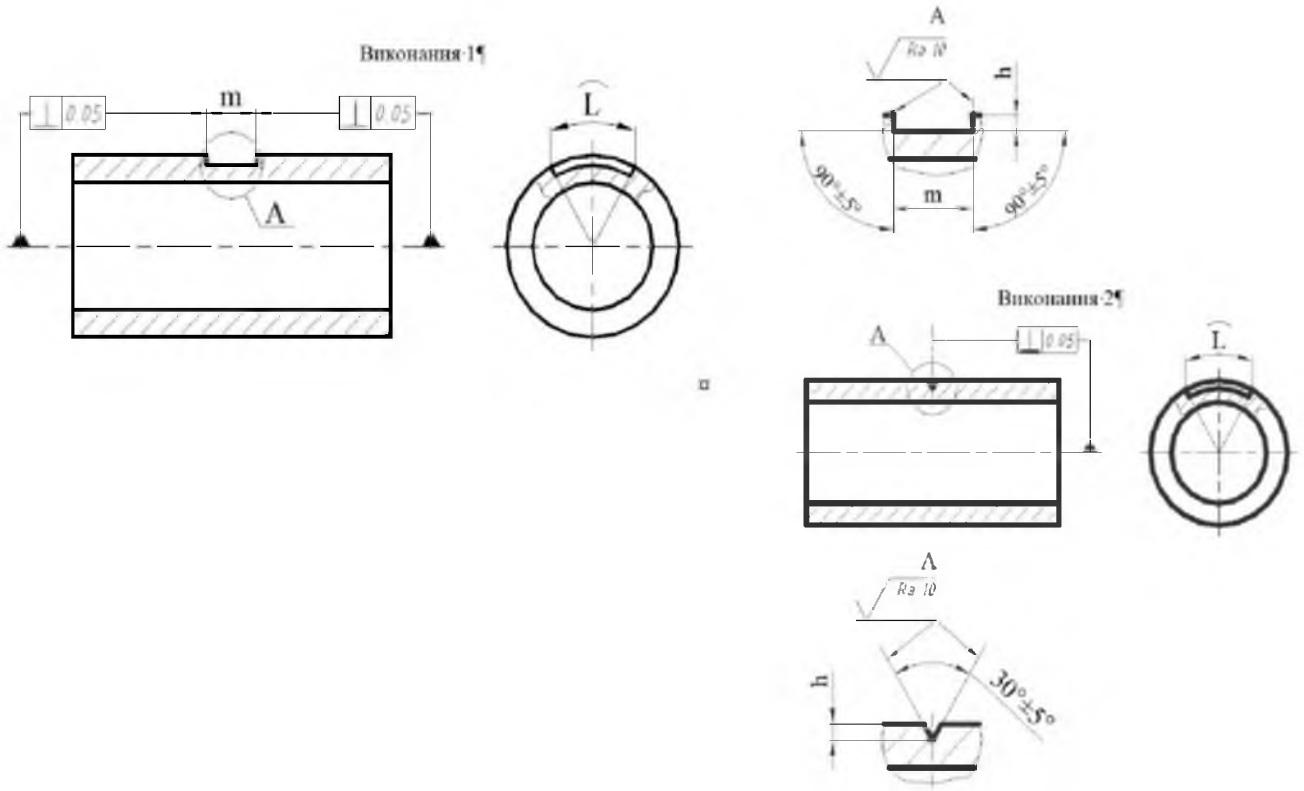


Рисунок 10.3 – Еталонний зразок з поперечною рискою на зовнішній поверхні труби

10.4.4 УЗК труб на дефектоскопічних установках проводиться за технологічною інструкцією, яка складена відповідно до вимог цього стандарту і технічних умов на труби.

В технологічній інструкції повинні бути зазначені:

– вимоги до кривизни, овальності та стану поверхні труб;

– обсяг і періодичність перевірок параметрів дефектоскопічних установок і, в разі потреби, методика перевірки таких установок;

– методика контролю;

– порядок реєстрації і оформлення результатів контролю.

10.4.5 Налаштування чутливості контролю вважається завершеним, якщо в установленому режимі роботи установки за умови не менш ніж п’ятикратного пропускання через неї контрольного зразка відбувається стовідсоткова реєстрація штучного відбивача. Перед кожним введенням в установку контрольний зразок повинен повертатися на 60° відносно попереднього положення.

10.4.6 УЗК труб проводиться на чутливості контролю, яка відповідає рівню реєстрації, що зазначається в технічних умовах на труби. У випадку відсутності в технічних умовах на труби контрольних рівнів і відбракування контрольний рівень приймається як бракувальний рівень.

10.5 Контроль листів і штампованих заготовок із листа

10.5.1 УЗК підлягають монометалічні та плакувальні листи товщиною від 5 мм і вище, виготовлені зі сталей перлітного і аустенітного класів, а також штамповані заготовки з цих листів (далі - штамповки) з радіусом кривизни більше 50 мм.

10.5.2 УЗК листів і штамповок проводиться з використанням метода тандем і

наскрізного методів або їх поєднань, а ультразвукові коливання в контрольованому виробі збуджуються контактним, щілинним, імерсійним або безконтактним методом.

При цьому контроль наскрізним методом проводиться лише на установках із застосуванням імерсійного або безконтактного методу.

10.5.3 Під час контролю методом тандем або наскрізним методом зміна амплітуди наскрізного або донного луна-сигналів на бездефектній ділянці повинна бути як мінімум у два рази менше зміни амплітуди, що задається контрольним рівнем.

10.5.4 Контроль штамповок луна- і наскрізним методами слід здійснювати по плоским і опуклим поверхням. У випадку, якщо радіус кривизни 500 мм і більше, допускається проводити контроль по увігнутій поверхні.

10.5.5 Залежно від вимог технічних умов і ВД листи та штамповки піддаються:

– суцільному контролю всього металу зі спрямуванням ультразвукових коливань по нормалі до площини листа та в чотирьох взаємно перпендикулярних напрямках під кутом від 40^0 до 52^0 до нормалі з використанням поперечних хвиль; перевагу слід надавати куту променя 45^0;

– суцільному контролю всього металу зі спрямуванням ультразвуку по нормалі до його площини;

– контролю вздовж ліній з відстанню між ними не більше 100 мм зі спрямуванням ультразвуку перпендикулярно до поверхні листа;

– контролю в точках перетину прямокутної сітки з розміром комірок не більше 100 мм × 100 мм.

10.5.6 Під час контролю металу вздовж ліній або в точках перетину прямокутної сітки проводиться суцільний контроль крайок листа під зварювання і зон, де виявлені дефекти. Ширина крайки приймається не меншою за 3Н (де Н – товщина листа), але не менше 50 мм.

10.5.7 У випадку, якщо у ВД відсутні настанови щодо обсягу проведення контролю, листи і штамповки піддаються суцільному контролю всього металу відповідно до вимог технічних умов зі спрямуванням ультразвуку по нормалі до площини листа.

11 КОНТРОЛЬ ОСНОВНОГО МЕТАЛУ ОБЛАДНАННЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АЕС

11.1 Контроль основного металу обладнання АЕС

11.1.1 Ультразвуковий контроль основного металу обладнання, виготовленого з поковок, сортового прокату і виливків, слід проводити відповідно до методики, викладеної в 10.1 цього стандарту.

11.1.2 Ультразвуковий контроль основного металу обладнання виготовленого із листів і штампованих заготовок із листа слід проводити відповідно до методики, викладеної в 10.5 цього стандарту.

11.2 Контроль основного металу робочих лопаток турбін

11.2.1 Нижче викладено порядок налаштування апаратури, технологію

контролю і визначення якості вихідних крайок ерозійно-зношених робочих лопаток турбін із сталей 12Х13, 15Х11МФ, 15Х12ВМФ (ЭИ802) і титанових сплавів.

11.2.2 Поверхня лопатки з увігнутого боку профілю в зоні вихідної крайки повинна бути очищена від пилу і бруду та зачищена до шорсткості не гірше Ra=6.3 мкм. Ширина зони, що зачищається, має бути не менше 50 мм по всій довжині лопатки.

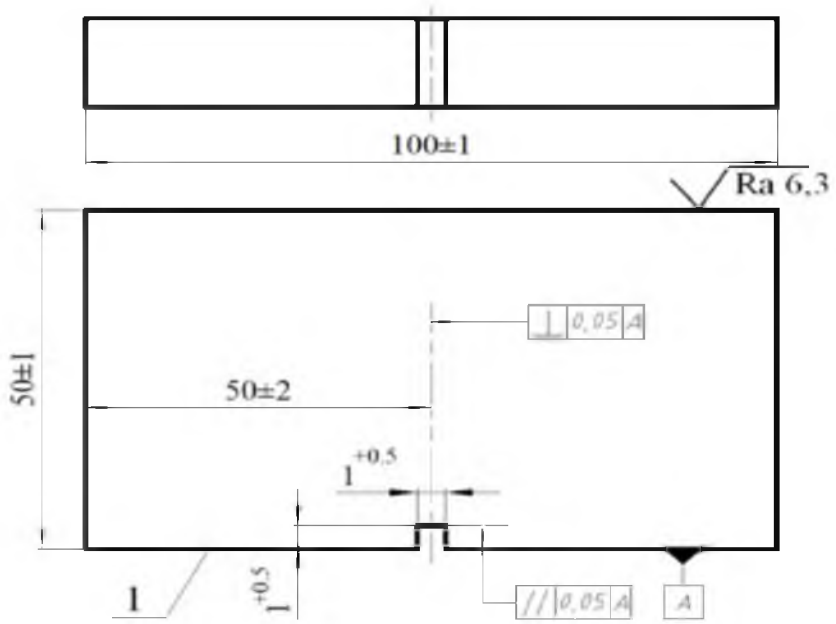
11.2.3 Налаштування чутливості контролю і тривалості розгортки дефектоскопічної апаратури проводять по ЕЗ, виготовленому відповідно до вимог 11.2.5.

11.2.4 Налаштування тривалості розгортки та чутливості контролю здійснюють в такій послідовності:

– встановлюють максимальний луна-сигнал від еталонного відбивача на середину висоти екрана дефектоскопа в його середній частині;

– фіксують його положення стробом, одночасно встановлюючи зону контролю, яка повинна бути не менше довжини УЗ-хвилі.

11.2.5 Для налаштування дефектоскопічної апаратури застосовують ЕЗ, виготовлений із ділянки лопатки турбіни в середньому її перерізі з вихідною крайкою, на якій виконаний кутовий еталонний відбивач у вигляді паза (рис. 11.1). Вихідна крайка ЕЗ не повинна мати слідів ерозії.



1 – вихідна крайка

Рисунок 11.1 – Еталонний зразок для контролю вихідних крайок робочих лопаток турбін

11.2.6 Використовуються датчики з такими основними параметрами:

– кут променю від 80^0 до 90^0 (поверхнева хвиля);

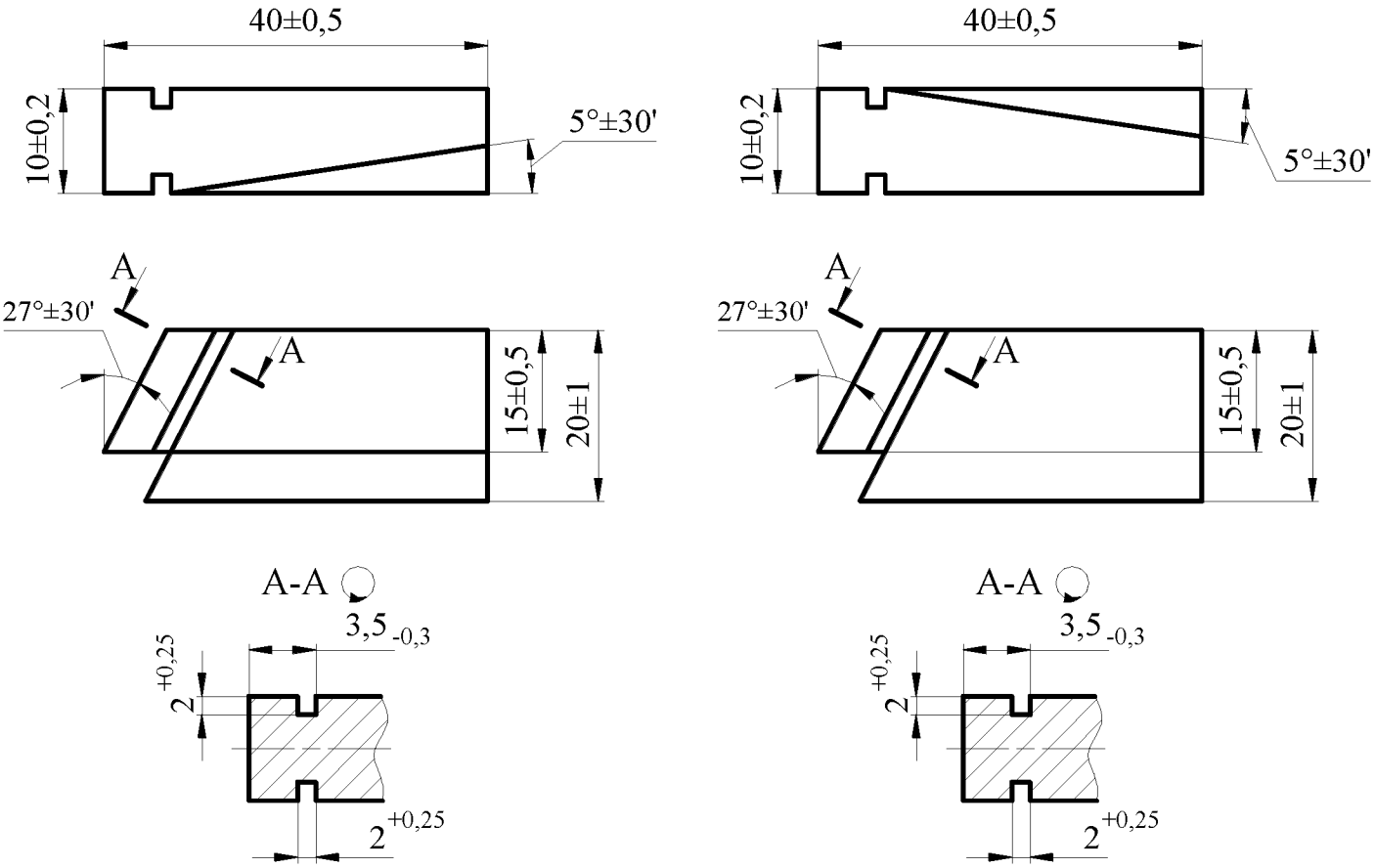
– частота ультразвукових коливань від 2 МГц до 6 МГц.

11.2.7 Габаритні розміри датчиків повинні забезпечувати в процесі УЗК можливість її повертання відносно вихідної крайки лопатки на кут не менше 5^0 і щільне прилягання до металу лопатки для забезпечення постійного контакту вказівної точки датчика з металом.

11.2.8 Рівень власних шумів дефектоскопічної апаратури в зоні контролю не

повинен перевищувати 20 мм по екрану дефектоскопа під час налаштування приладу на пошукову чутливість контролю (див. 11.2.10).

11.2.9 Рекомендована форма спеціалізованих датчиків, що задовольняє вимоги 11.2.6, 11.2.7, наведена на рисунку 11.2.



а) – для лопаток лівого обертання; *б)* – для лопаток правого обертання

Рисунок 11.2. – Рекомендована форма датчиків

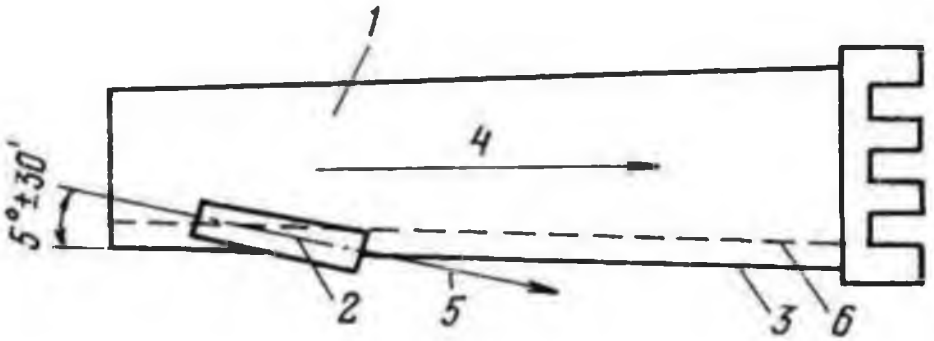
11.2.10 Під час проведення УЗК вихідних крайок ерозійно-зношених лопаток турбін використовують два рівні чутливості контролю:

– бракувальний рівень – рівень, за якого проводиться оцінка допустимості виявлених дефектів за амплітудою луна-сигналу, встановлений відповідно до 11.2.4;

– пошуковий рівень – рівень, за якого проводиться пошук дефектів, встановлюється підвищенням чутливості контролю на 10 дБ відносно бракувального рівня.

11.2.11 Шукач переміщують поступальним рухом вздовж усієї вихідної крайки з боку, що є протилежним ерозійно-зношеній стороні, у напрямку до хвостовика лопатки зі швидкістю не більше 70 мм/с. При цьому кут між проєкцією осі пучка променів шукача на поверхню лопатки та її вихідною крайкою повинен бути $5^0 \pm 30'$.

У процесі сканування (рис. 11.3) відстань між вказівною точкою датчика і вихідною крайкою повинна бути постійною по всій довжині лопатки і такою самою, як й у випадку отримання максимальної амплітуди луна-сигналу від еталонного відбивача.



1 – контрольована лопатка; 2 – шукач;
3 – вихідна крайка; 4 – напрямок сканування;
5 – напрямок сканування (вісь пучка променів);
6 – траєкторія руху вказівної точки датчика.

Рисунок 11.3 – Схема сканування при УЗК

11.2.12 У лопатках парових турбін зустрічаються дефекти різних розмірів і різного характеру, у процесі відбиття УЗ-хвилі від яких на екрані дефектоскопа спостерігаються луна-сигнали:

а) наскрізні тріщини, які починаються від крайки лопатки і поширюються перпендикулярно до неї;

б) корозійні пошкодження металу лопатки, які особливо часто зустрічаються на лопатках останніх ступенів ротора низького тиску;

в) глибокі вм'ятини і риски на крайці лопатки;

г) дрібні внутрішні дефекти металу лопатки.

Крім того, на екрані дефектоскопа можуть спостерігатися луна-сигнали, які виникають в результаті поганого контакту робочої поверхні датчика з металом лопатки або від крапель, що утворюються у разі стікання контактної рідини з поверхні лопатки, і які є «хибними».

11.2.13 Якщо під час контролю лопаток на екрані дефектоскопа з'являється сигнал від дефекту, то для визначення місця його розташування слід вчинити таким чином: однією рукою утримувати датчик на лопатці, а пальцем іншої руки прощупувати по вихідній крайці, починаючи від торцевої поверхні датчика у напрямку до кінця лопатки. У цьому випадку на екрані дефектоскопа амплітуда луна-сигналу від дефекту буде змінюватися. Як тільки палець пройде місце розташування дефекту, амплітуда луна-сигналу від дефекту стабілізується на екрані. Повторюючи декілька разів таке промацування, можливо достатньо точно визначити місце розташування дефекту.

11.2.14 Район розташування дефекту позначають на лопатці крейдою. За допомогою лупи оглядають підозріле місце або застосовують додаткові методи НК.

11.2.15 Якщо під час огляду або у випадку застосування додаткових методів НК на лопатці будуть виявлені поверхневі дефекти, їх слід видалити та повторно виконати УЗК. У тому випадку, коли сигнал не зник, а амплітуда сигналу від відбивача дорівнює чи перевищує значення бракувального рівня чутливості, лопатка бракується.

11.2.16 Під час УЗК лопаток у деяких випадках можливо стверджувати про характер і величину виявленого дефекту за сигналом, який спостерігається на екрані приладу.

Дефекти в основному характеризуються такими луна-сигналами, які з'являються на екрані дефектоскопа:

а) тріщини

У випадку сканування лопаток з тріщиною невеликих розмірів на екрані дефектоскопа з'являється луна-сигнал – сигнал від тріщини. Сигнал від тріщини – чіткий та інтенсивний;

б) корозійні пошкодження металу лопаток

Якщо метал вихідної крайки пошкоджений корозією або має мікротріщини, то на екрані приладу з'явиться у відповідному місці низка незначних (за висотою) сигналів;

в) дрібні дефекти

У випадку контролю лопаток, на вихідній крайці яких є неглибокі риски або дрібні підповерхневі дефекти, на екрані спостерігаються дуже слабкі за інтенсивністю сигнали. У процесі роботи на такі сигнали не варто звертати увагу.

11.2.17 Наявність дефекту визначається також отриманням луна-сигналів з двох боків по одній поверхні на тих самих координатах. У разі неможливості сканування з двох боків по одній поверхні від ймовірного дефекту рекомендується застосовувати інші методи контролю.

11.2.18 У процесі УЗК за наявності луна-сигналів від дефектів слід не рідше ніж через кожні 30 хвилин перевіряти налаштування чутливості контролю дефектоскопа відповідно до 11.2.4.

12 КОНТРОЛЬ ОСНОВНОГО МЕТАЛУ ТРУБОПРОВОДІВ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АЕС

12.1 Контроль основного металу труб

УЗК основного металу безшовних монометалічних і біметалічних труб, виготовлених із нелегованих і легованих сталей, у випадку проведення позачергового контролю слід виконувати відповідно до методики, викладеної в 10.2 цього стандарту.

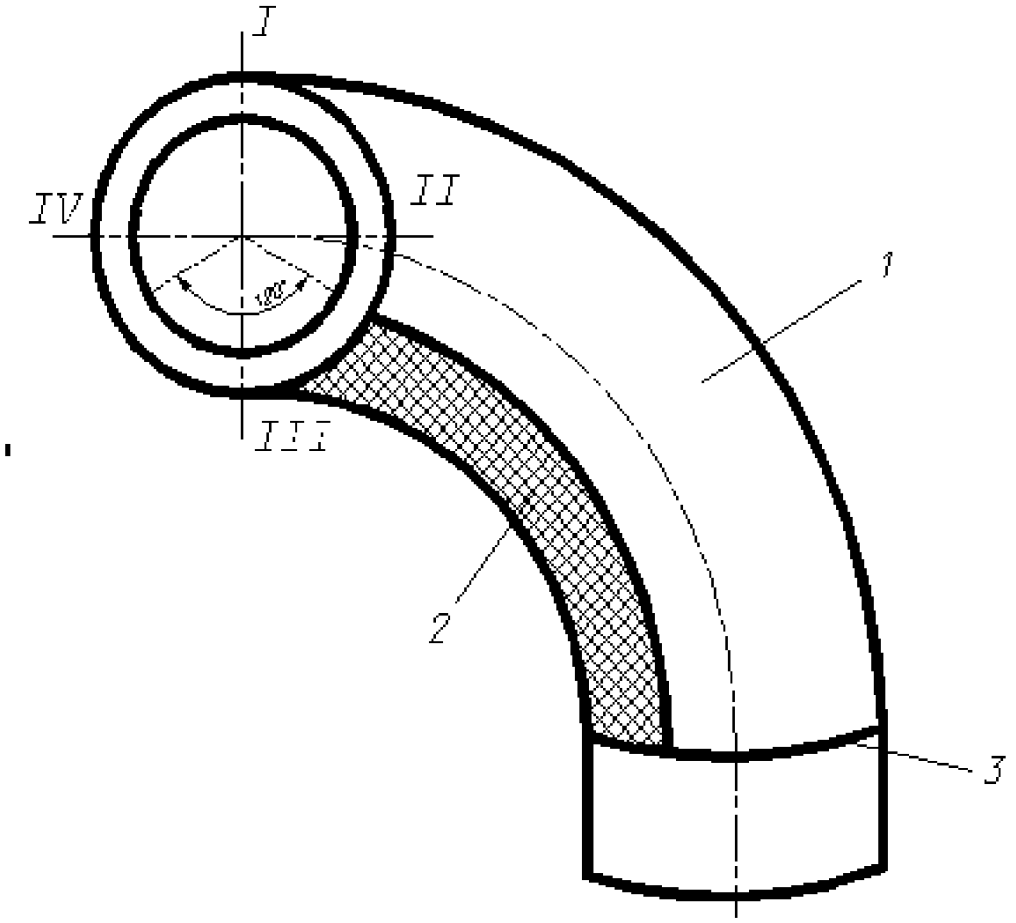
12.2 Контроль основного металу згинів

12.2.1 Цей стандарт регламентує порядок проведення ультразвукового контролю основного металу згинів трубопроводів, виготовлених методом холодного або гарячого гнуття зі сталі перлітного класу, із зовнішнім діаметром 57 мм і більше та товщиною понад 3,5 мм. Порядок не поширюється на литі згини (коліна).

12.2.2 УЗК згинів трубопроводів із використанням сучасних ультразвукових дефектоскопів проводиться з метою:

– виявлення по всій товщині основного металу контрольованої ділянки згину поздовжньо-орієнтованих несуцільностей;
– виявлення по всій товщині основного металу контрольованої ділянки згину поперечно-орієнтованих несуцільностей (у разі потреби);
– оцінювання виявлених несуцільностей;
– вимірювання умовних розмірів виявлених несуцільностей;
– визначення координат залягання і орієнтації несуцільностей.

12.2.3 Контроль згинів проводиться не менше ніж у двох третинах поверхні згину, яка включає в себе розтягнуту та нейтральні зони. Зони контролю вказані відповідно до рисунку 12.1.



де, 1 – контрольована ділянка;
2 – неконтрольована ділянка;
3 – лінія поєднання вигнутої частини із прямою трубою;
I – розтягнута зона;
II, IV – нейтральна зона;
III – стиснута зона

Рисунок 12.1 – Вигляд згину

12.2.4 Рекомендації щодо налаштування ультразвукових дефектоскопів для проведення контролю і методика проведення УЗК основного металу згинів трубопроводів наведені в додатку Г.

13 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЮ

13.1 Норми допустимих несуцільностей за результатами УЗК основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) зазначаються в технічних умовах або стандартах.

13.2 У процесі оцінювання допустимих несуцільностей заготовок в нормах зазначається фіксована та допустима еквівалентна площа (еквівалентний діаметр), допустимість протяжних несуцільностей, допустимі умовні розміри, кількість несуцільностей із врахуванням їхніх координат.

13.3 Допустимі значення по кількості, еквівалентній площі і відстані між одиничними проєкціями несуцільностей у виливках наведені в СОУ НАЕК 084.

13.4 При оцінюванні допустимих несуцільностей труб, контрольованих на дефектоскопічних установках, в нормах для луна-методу зазначаються розміри еталонних відбивачів, амплітуди сигналу від яких не повинні перевищувати луна-сигнали від несуцільностей, в нормах для наскрізного методу зазначається допустиме зменшення наскрізного сигналу. У випадку ручного контролю луна-методом також можуть зазначатися характеристики несуцільностей, наведені в 13.2.

13.5 Під час оцінювання допустимих несуцільностей листів і штамповок, контрольованих на дефектоскопічних установках, в нормах для луна-методу і луна-наскрізного методу зазначається фіксована та допустима еквівалентна площа несуцільності або допустима амплітуда луна-сигналу відносно наскрізного або донного, а для наскрізного методу – фіксоване послаблення наскрізного або донного луна-сигналу. Для всіх способів зазначається допустимий максимальний умовний розмір, який визначається на контрольному рівні. У випадку ручного контролю луна-методом також можуть зазначатися характеристики несуцільностей, наведені в 13.2.

13.6 У нормах оцінки якості основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) допускається також використання інших кількісних характеристик несуцільностей, крім зазначених в 13.2. – 13.4. Для них повинні бути зазначені способи кількісного вимірювання і гранично допустимі значення.

13.7 Якість металу вихідних крайок ерозійно-зношених робочих лопаток турбін за результатами УЗК оцінюється як «Незадовільна» або «Задовільна».

13.7.1 Якість металу вихідних крайок ерозійно-зношених лопаток турбін оцінюється як «Незадовільна», якщо під час УЗК була виявлена хоча б одна ділянка з амплітудою луна-сигналу, що дорівнює амплітуді луна-сигналу від контрольного відбивача або перевищує її.

13.7.2 Якість металу вихідних крайок ерозійно-зношених лопаток турбін оцінюється як «Задовільна», якщо під час УЗК не були виявлено ділянок з амплітудою луна-сигналу, наведеній в 13.7.1.

13.8 Якість основного металу згинів трубопроводів за результатами УЗК оцінюється як «Задовільна» або «Незадовільна».

13.8.1 Якість основного металу згинів трубопроводів у процесі контролю для виявлення повздовжньо-орієнтованих несуцільностей оцінюється як «Незадовільна», відповідно до норм оцінювання якості додатку Д, якщо:

– виявлені несуцільності, максимальне значення амплітуди луна-сигналу від яких дорівнює або перевищує значення бракувального рівня чутливості. При цьому несуцільності в нижніх двох третинах товщини стінки оцінюються по нижній зарубці,

решта – по верхній;

– виявлені несуцільності, умовна протяжність і умовна висота луна-сигналу яких дорівнює або перевищує бракувальне значення умовної протяжності і умовної висоти луна-сигналу від відповідної зарубки. При цьому несуцільності в нижніх двох третинах товщини стінки оцінюються по нижній зарубці, решта – по верхній;

– на внутрішній поверхні нейтральної зони згину виявлені несуцільності, значення максимального луна-сигналу від яких перевищує значення контрольного рівня чутливості.

13.8.2 Якість основного металу згинів з номінальним значенням товщини стінки 20 мм і менше у разі контролю для виявлення поперечно-орієнтованих несуцільностей оцінюється як «Незадовільна», якщо виявлено найбільший луна-сигнал від несуцільності зі значенням, яке перевищує значення бракувального рівня чутливості (див. Г.2.1.7 додатка Г).

13.8.3 Якість основного металу згинів з номінальною товщиною стінки більше 20 мм у разі контролю з метою виявлення поперечно-орієнтованих несуцільностей оцінюється як «Незадовільна», якщо виявлено несуцільності з амплітудою, що дорівнює або перевищує значення бракувального рівня чутливості (див. табл. 13.1).

Таблиця 13.1 – Норми допустимості у разі проведення УЗК згинів з номінальною товщиною стінки понад 20 мм для виявлення поперечно-орієнтованих несуцільностей.

Номінальна товщина стінки згину, мм	Максимально допустима еквівалентна площа несуцільності (бракувальний рівень чутливості), мм^2
Понад 20 до 40 включно	3,5
Понад 40 до 65 включно	5,0
Понад 65 до 80 включно	7,5
Понад 80 до 160 включно	10,0

13.9 У інших випадках якість основного металу згинів трубопроводів за результатами УЗК оцінюється як «Задовільна».

13.10 Перелік документів з оцінювання якості результатів ультразвукового контролю основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць), які використовуються для виготовлення обладнання й трубопроводів АЕС, і УЗК основного металу обладнання і трубопроводів у процесі експлуатації АЕС наведений в додатку Ж.

13.11 При відсутності документації яка регламентує контрольний рівень та величину недопустимих дефектів сталевих поковок, у такому випадку якість контрольованих виробів рекомендується оцінювати у відповідності до таблиці 13.2 [1].

Таблиця 13.2 – Показники технічних вимог до виробів за результатами контролю

Призначення, матеріал, товщина Н, мм	Контрольний рівень S_o, мм^2	Бракувальний рівень S_o, мм^2	Допустима кількість *n* дефектів у зоні діаметром *D*, мм	
			D	*n*
Для атомних станцій, сталь аустенітна				
H≤100	5	10	100	8
100<H≤200	30	40	200	5
200<H≤300	50	70	200	3
H>300	70	100	200	3
Для атомних станцій, сталь вуглецева				
H≤100	10	20	100	3
100<H≤250	20	40	200	6
200<H≤400	40	70	200	6
H>400	70	100	200	6

14 РЕЄСТРАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЮ

14.1 У звітній документації (висновку/протоколі за результатами контролю) за результатами УЗК основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць), які використовуються для виготовлення обладнання й трубопроводів АЕС, і УЗК основного металу обладнання і трубопроводів у процесі експлуатації АЕС наводяться:

– назва основного матеріалу (напівфабрикату, деталі, складальної одиниці), його типорозмір, марка матеріалу, номер кресленика або партії, кількість напівфабрикатів у партії (за наявності відповідних відомостей) або назва основного металу об’єкту контролю, його типорозмір, марка матеріалу, номер кресленика (за наявності відповідних відомостей);

– позначення або найменування технічних умов чи стандарту на контрольований основний матеріал (напівфабрикат, деталь, складальну одиницю) або основний метал (за наявності відповідних відомостей);

– технічна документація, за якою проводився контроль;

– тип і номер дефектоскопа;

– тип і номер датчика, кут променю, номінальна частота (у разі ручного контролю);

– тип і розміри штучного відбивача;

– відомості про виявлені несуцільності в кожному контрольованому напівфабрикаті (кількість, розташування, еквівалентні і умовні розміри), включно з відповідністю нормам оцінювання якості;

– прізвище фахівця з НК, який здійснив контроль.

14.2 У процесі опису несуцільностей застосовують такі позначення:

А – несуцільність з амплітудою луна-сигналу, яка не перевищує допустимий за амплітудою рівень;

Д – несуцільність з амплітудою луна-сигналу, яка перевищує допустимий за амплітудою рівень;

Г – непротяжна несуцільність;

Е – протяжна несуцільність;

У – несуцільність, що є недопустимою за умовною висотою.

У процесі описання несуцільності застосовують таку послідовність запису:

− значення глибини залягання, мм (крім випадків, коли глибина залягання не визначається);

− індекс перевищення (або неперевищення) амплітуди луна-сигналу відносно допустимого рівня чутливості (А або Д);

− індекс умовної протяжності (Г або Е);

− індекс умовної висоти (У); для допустимої по умовній висоті несуцільності індекс не записують;

− значення координати максимуму луна-сигналу від несуцільності.

Під час опису несуцільностей, виявлених при контролі згинів на поперечно-орієнтовані несуцільності індекси Г, Е та У не записуються.

Після кожної літери (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). Під час контролю методами проходження або комбінованими методами після індексу амплітуди сигналу (А або Д) завжди записують значення в дБ.

Для непротяжної несуцільності після індексу Г цифру не записують.

Значення координат максимуму луна-сигналу від несуцільності допускається не зазначати в описі несуцільностей у випадку реєстрації її на дефектограмі.

Примітка 1. Приклади скороченого запису несуцільності за еквівалентною площею:

- під час контролю згину для виявлення поперечно-орієнтованих несуцільностей на глибині 10,0 мм на відстані 145 мм від найближчої лінії сполучення гнутої ділянки з прямою трубою, на 10^{00} периметру згину виявлена несуцільність еквівалентною площею 3,6 мм^2, що перевищує бракувальний рівень чутливості.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 10,0 мм – Д 3,6 мм^2 –10^{00} – 145 мм;

- під час контролю прямокутної заготовки на глибині 12,0 мм на відстані 45 мм по координаті Х від точки відліку та 30 мм по координаті У від точки відліку виявлена несуцільність з умовною протяжністю 25 мм та еквівалентною площею 7,4 мм^2, що перевищує бракувальний рівень чутливості.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 12,0 мм – Д 7,4 мм^2 – Е 25 мм – Х 45 мм – У 30 мм (точка відліку позначена на об’єкті контролю);

- під час контролю циліндричної заготовки на глибині 15,0 мм на відстані 145 мм від точки відліку на 6^{00} виявлена несуцільність з умовною протяжністю 23 мм та еквівалентною площею 6,3 мм^2, що перевищує бракувальний рівень чутливості.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 15,0 мм – Д 6,3 мм^2 – Е 23 мм – 6^{00} – 145 мм (точка відліку та напрямок відліку годин позначені на об’єкті контролю).

Примітка 2. У разі запису несуцільності за амплітудою після індексу амплітуди сигналу (А або Д) записують значення 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 значення 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).

Приклади скороченого запису несуцільності в дБ:

- під час контролю згину для виявлення поперечно-орієнтованих несуцільностей на відстані 259 мм від найближчої лінії сполучення гнутої ділянки з прямою трубою на 12^{00} периметра згина виявлена несуцільність, що перевищує бракувальний рівень чутливості на 7 дБ.

Скорочений запис буде виглядати таким чином: Д 40 + 7 дБ –12^{00} – 259 мм;

- під час контролю згину для виявлення поздовжньо-орієнтованих несуцільностей на глибині 9,0 мм на відстані 129 мм від найближчої лінії сполучення гнутої ділянки з прямою трубою, на 2^{00} периметра згина виявлена несуцільність умовною протяжністю 11 мм, що перевищує контрольний рівень чутливості на 3 дБ (Абр = 40 дБ).

Скорочений запис буде виглядати таким чином: 9,0 мм – А 40 – 3 дБ – Е 11 мм – 2^{00} – 129 мм.

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.

14.3 У разі відсутності відбивачів, що підлягають реєстрації, в звітній та обліковій документації виконується запис: «Дефектів не виявлено» або скорочено «ДНВ».

14.4 Несуцільності основних матеріалів (напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць) позначаються на їхній поверхні або на їхній схемі, якщо це передбачено нормативними документами і дозволяє конструкція дефектоскопічної установки (у разі автоматизованого або механізованого контролю).

14.5 Результати контролю фіксуються в журналі, в якому вказуються ті самі відомості, що і в 14.1, а також номер або найменування технологічної карти контролю чи інструкції, за якими здійснюється контроль.

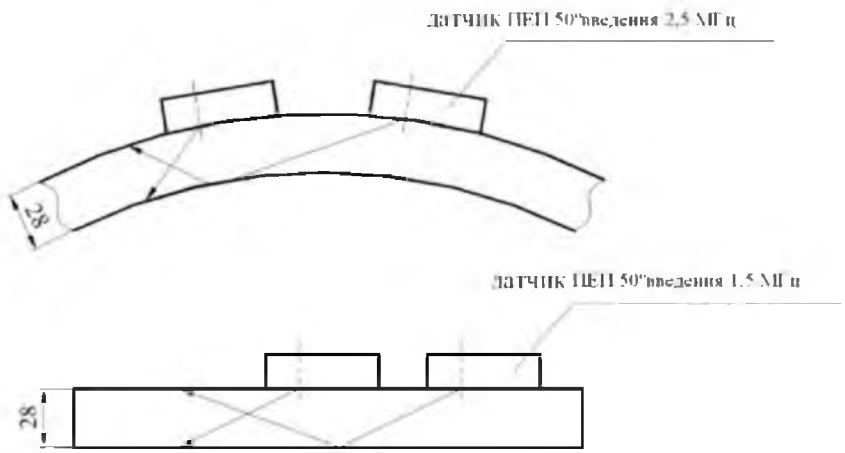
14.6 Журнал повинен мати наскрізну нумерацію сторінок, бути прошнурованим і скріпленим підписом керівника підрозділу контролю металу. Виправлення повинні бути підтверджені підписом особи, відповідальної за ведення журналу, або керівника лабораторії (відділу) підрозділу контролю.

14.7 Журнал і висновок (протокол) можуть бути доповнені також і іншими відомостями, передбаченими процедурою, прийнятою у філії.

ДОДАТОК А
(довідковий)
ТИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА УЗК

Організація	Технологічна карта УЗК		До схеми контролю №	
Об'єкт контролю	Трубопровід живильної води (машзал); Згини; Основний метал		Аркуш 1	Аркушів 2
			Номер п. РП	Номер кресленика

Технологія контролю: 1. Налаштування глибиноміра проводити згідно з інструкцією з експлуатації дефектоскопа за луна-сигналами від кутових відбивачів.			Матеріал	Ст15ГС
			Типорозмір	Ø 530х28 мм
			Засоби контролю і витратні матеріали	Дефектоскоп: УД-2-12
2. Налаштування тривалості розгортки провести за глибиноміром дефектоскопа. При цьому межі робочої зони екрана (контролю) встановити за значеннями мінімально та максимально можливої глибини залягання несуцільності у разі контролю щодо поперечних і поздовжніх дефектів відповідно				Датчики (з притертою поверхнею): П121-1.8-50-002, П121-2.5-50-002
				Зразки: СО-2, ЕЗ із зарубкою 3,5х2,0 мм. Контактна рідина, лінійка, пензлик, воскові олівці.
3. Налаштування чутливості контролю	У разі контролю щодо:		Методика контролю	СОУ НАЕК 027:2024
	поздовжніх дефектів	поперечних дефектів	НД з оцінки якості	СОУ НАЕК 027:2024
3.1 Опорний луна-сигнал а) встановити чутливість контролю дефектоскопа, яка є достатньою для виявлення отворів Ø 6 мм СО-2 на глибині 44 мм. б) для положення регулятора «послаблення» – 40 дБ встановити максимум луна-сигналу від отвору до середньої лінії екрана дефектоскопа (лінія реєстрації).		за п. 3.1а за п. 3.1в		
3.2 Бракувальний рівень чутливості а) встановити опорний луна-сигнал б) змінити чутливість контролю дефектоскопа відносно опорного луна-сигналу на величину різниці між еталонним і бракувальним луна-сигналами (залежно від еквівалентної площі і максимально можливої глибини залягання несуцільностей), яка визначається за АВД-діаграмою; в) встановити чутливість контролю дефектоскопа, яка є достатньою для виявлення контрольного відбивача у ЕЗ, і у положенні «послаблення» – 30 дБ встановити максимум луна-сигналу від «зарубки» до середньої лінії екрана дефектоскопа в разі контролю прямим і одноразово відбитим променем відповідно	за п. 3.2с	за п. 3.1 -		
3.3 Контрольний рівень чутливості а) підвищити чутливість контролю дефектоскопа відносно бракувального рівня на б) підвищити чутливість контролю дефектоскопа відносно бракувального рівня у разі контролю нижніх 2/3 перерізу прямим променем на	- 6 дБ	6 дБ -		



Організація	Технологічна карта УЗК №	Аркуш 2	Аркушів 2

в) підвищити чутливість контролю дефектоскопа відносно бракувального рівня у разі контролю верхньої третини перерізу одноразово відбитим променем на	8 дБ	-
3.4 Пошуковий рівень чутливості		
а) підвищити чутливість контролю дефектоскопа відносно контрольного рівня чутливості на	-	14 дБ
б) підвищити чутливість контролю дефектоскопа відносно контрольного рівня у разі контролю нижніх 2/3 прямим променем на	14 дБ	-
в) підвищити чутливість контролю дефектоскопа відносно контрольного рівня у разі контролю верхньої третини одноразово відбитим променем на	12 дБ	-

3.5 Відповідність чутливості контролю заданому рівню перевіряти не рідше, ніж через кожну годину контролювання у перервах і після закінчення роботи

4 Вимоги до контрольованої поверхні

4.1 Контрольована поверхня повинна бути очищена від пилу, бруду, відшарувань у вигляді окалини і зачищена із шорсткістю не гіршою за Ra 6,3

4.2 Перед контролем на контрольовану поверхні має бути нанесена контактна рідина

5 Сканування

5.1 У разі контролювання щодо поздовжніх дефектів провести сканування поверхні згину відповідно до схеми контролю перпендикулярно твірної згину зі швидкістю не більше 150 мм/сек і кроком не більше 50% розміру перетворювача

5.2 У разі контролювання щодо поперечних дефектів провести контроль поверхні згина відповідно до схеми контролю вздовж твірної згину зі швидкістю не більше 150 мм/сек і кроком не більше 5 мм

6 Вимірювання характеристик і розмітка виявлених несуцільностей

6.1 У разі виявлення несуцільностей визначити: координати, амплітуду луна-сигналу, умовну протяжність. Аналогічні вимірювання провести з протилежного напрямку

6.2 Місце знаходження виявлених несуцільностей розмітити на згині восковим олівцем

7 Оцінка якості

7.1 Оцінка якості у випадку виконання контролю щодо поздовжніх дефектів згин незадовільний, якщо:

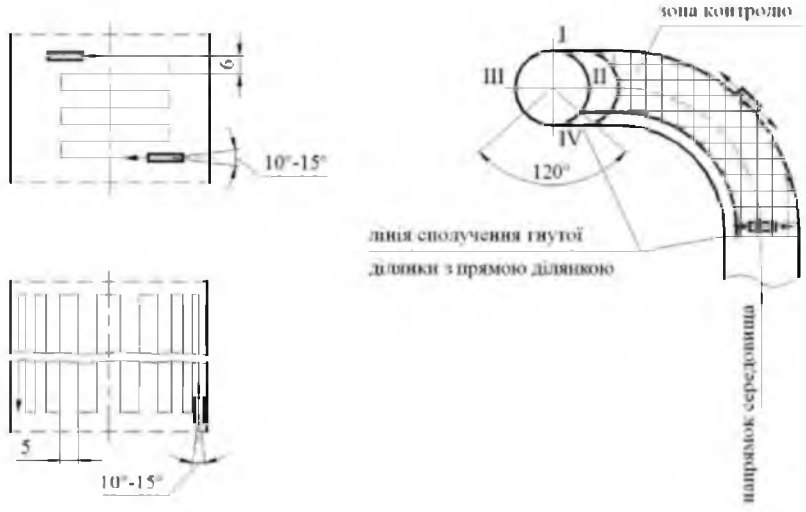
- виявлені несуцільності, амплітуда або пробіг луна-сигналу від яких дорівнює або перевищує бракувальні значення для контрольного відбивача ЕЗ;
- на внутрішній поверхні нейтральної зони виявлені несуцільності, луна-сигнал від яких перевищує контрольний рівень чутливості

7.2 Оцінка якості у випадку виконання контролю щодо поперечних дефектів згин не придатний, якщо:

- виявлені несуцільності, амплітуда від яких дорівнює або перевищує контрольний рівень чутливості;
- виявлені несуцільності, умовна протяжність яких перевищує вимоги розділу «Розміри контрольних відбивачів»

Розміри контрольних відбивачів

Найменування	розмір
1 Кутовий відбивач у ЕЗ у випадку контролювання щодо повздовжніх дефектів «зарубка», мм	3.5x2.0
2 Опорна (бракувальна) еквівалентна площа у випадку контролювання щодо поперечних дефектів, мм^2	5.0
3 Максимально допустима умовна протяжність несуцільностей або еталонного відбивача у випадку контролювання щодо поперечних тріщин, мм	10



Розробив:			
Затвердив:			

ДОДАТОК Б
(довідковий)
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ ПЛОЩІ ДЕЯКИХ ВІДБИВАЧІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ЕТАЛОННИХ ЗРАЗКАХ

Б.1 В УЗК використовуються чотири основних типи відбивачів – плоскодонний отвір, сегментний відбивач, кутовий відбивач і циліндричний отвір. Усі зазначені типи відбивачів є рівноцінними для налаштування чутливості контролю та оцінювання еквівалентної площі несуцільностей.

Б.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 і плоскодонного отвору мають бути однаковими, відповідно розміри несуцільності вважаються еквівалентними площі цього плоскодонного отвору. В іншому випадку несуцільності будуть вважатися нерівноцінними (не еквівалентними).

Б.3 У НД з УЗК зазначена чутливість виявлення (бракувальний рівень), виражена величиною площі плоскодонного отвору. При виконанні налаштування не за плоскодонними отворами, а за кутовими відбивачами чи боковим отвором, слід правильно встановлювати взаємну відповідність розмірів між цими відбивачами. В деяких випадках як додатковий відбивач використовують вертикальні отвори. В таблиці В.1 наведені формули, які дозволяють виразити розміри відбивачів через площу (діаметр) плоскодонного отвору.

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

а) довжина хвилі менше розмірів несуцільності (відбивача);

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

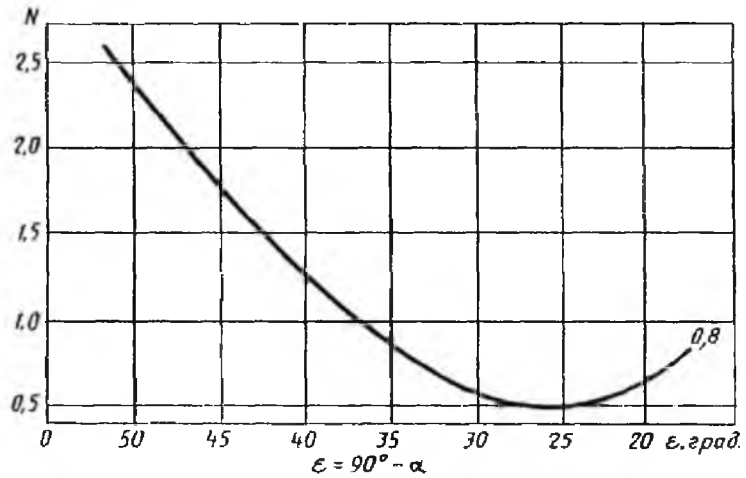
Якщо умова «а)» не виконується, це свідчить про перебування в зоні, що є близькою до резонансної, де точне значення отримати складно. З цієї причини точність формул (таблиця Б.1) та їхня відповідність між собою буде підтверджуватися статистично, але в кожному конкретному випадку може не співпадати з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

Таблиця Б.1 – Визначення еквівалентної площі відбивачів

Тип відбивача	Формула перерахунку	Примітки
1	2	3
Сегментний відбивач	$S_{екв} = S_{сегм}$	Висота сегментного відбивача повинна бути більшою за довжину ультразвукової хвилі. Відношення висоти до довжини сегментного відбивача повинно бути більшим за 0,4

Кінець таблиці В.1

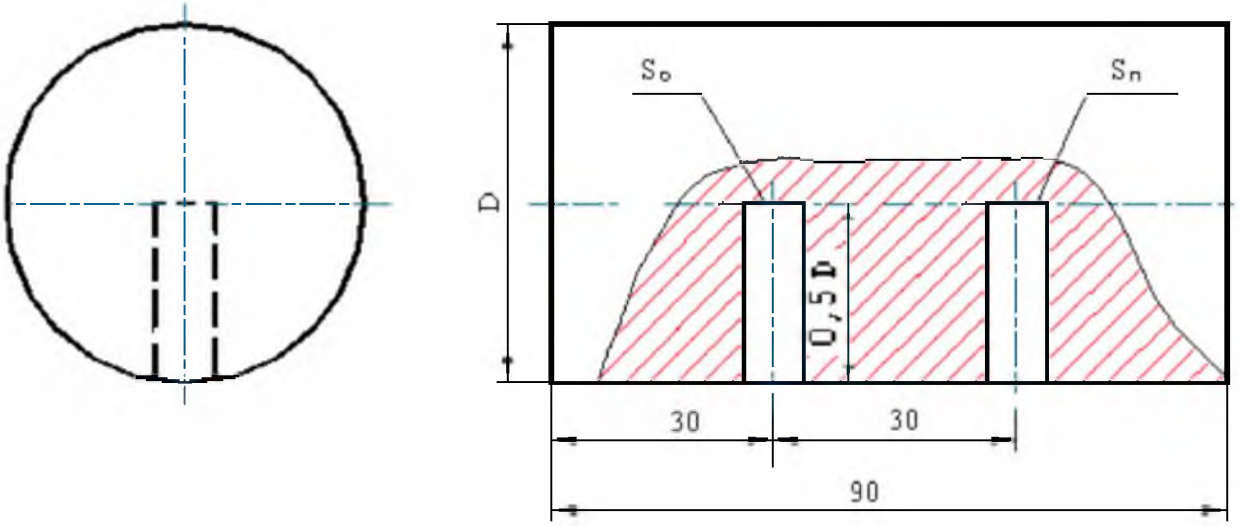
1	2	3
Кутовий відбивач («зарубка»)	$S_{екв} = N S_{зар}$	Ширина і висота кутового відбивача повинні бути більшими за довжину ультразвукової хвилі. Відношення висоти до ширини повинно бути від 0,5 до 4. Коефіцієнт N визначається кутом променя (див. рис. Б.1). Під час розрахунку еквівалентної площі кутових 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 ніж на ± 2 дБ, 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	$S_{екв} = \frac{\lambda}{2}\sqrt{\frac{h \cdot d_{вцил}}{2 \cdot \cos(\alpha)_{сегм}}}$	Довжина отвору повинна бути більше апертури променя (для звичної практики контролю достатньо 25 мм або більше). Позначення: λ – довжина ультразвукової хвилі; h – глибина центра отвору від контрольованої поверхні; $d_{вцил}$ – діаметр циліндричного отвору; α – кут променя.
Вертикальний отвір	$S_{екв} = N \cdot \left(\frac{d_{вцил}}{6.5} + 1\right)$ (1) $S_{екв} = N \cdot \lambda \cdot \sqrt{\frac{d_{вцил} \cdot r}{8 \cdot \sin\alpha}}$ (2)	Позначення: $d_{вцил}$ — діаметр вертикального отвору; λ — довжина ультразвукової хвилі; α — кут променя; r — відстань датчик – відбивач; N — коефіцієнт, який визначається кутом променя (напрямком падіння). Під час контролю об'єктів з товщиною до 6 мм включно для розрахунку еквівалентної площі слід застосовувати формулу (1). При цьому Коефіцієнт N визначається кутом променя (див. рис. Б.1). Під час контролю об'єктів з товщиною більшою за 6 мм та до 12 мм включно для розрахунку еквівалентної площі слід застосовувати формулу (2). При цьому коефіцієнт N визначається кутом променя (див. рис. Б.1). При контролі об'єктів з товщиною більшою за 12 мм для розрахунку еквівалентної площі слід застосовувати формулу (2). При розрахунку еквівалентної площі вертикальних отворів зразків з товщиною більшою за 12 мм необхідно перевірити розраховану еквіваленту площу за допомогою АВД-діаграми.



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

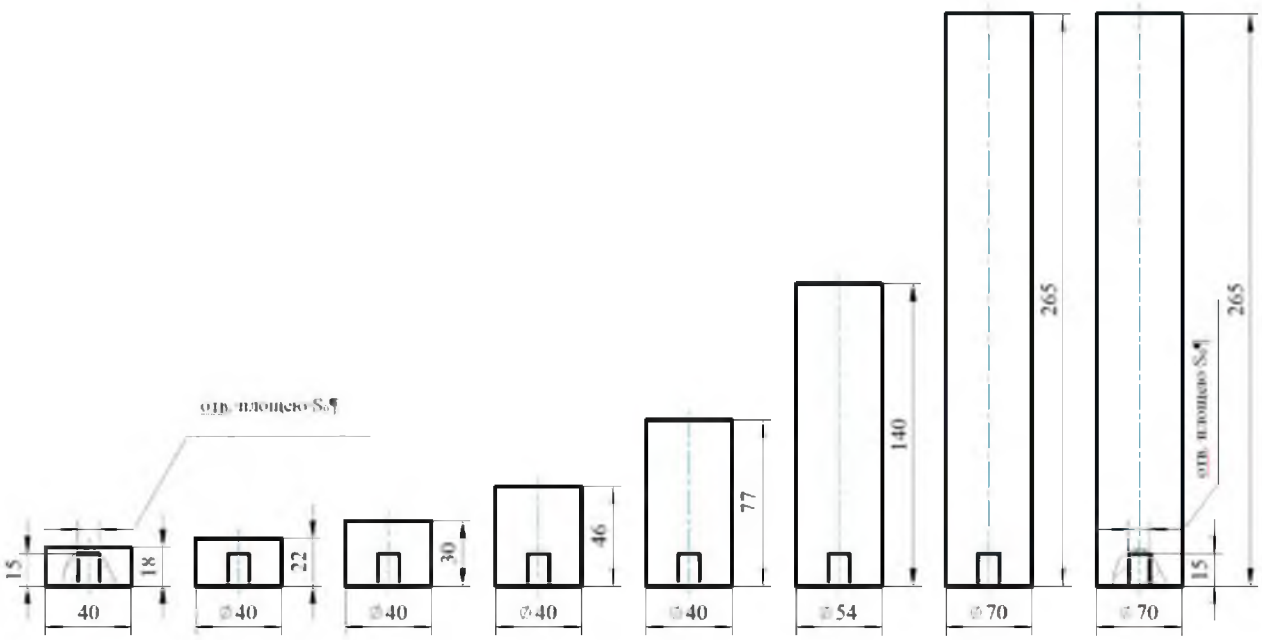
Рисунок Б.1 – Графік залежності коефіцієнта N від кута променя

ДОДАТОК В
(довідковий)
ЕСКІЗИ РЕКОМЕНДОВАНИХ ЕТАЛОННИХ ЗРАЗКІВ



D – діаметр ЕЗ; S_0 … S_n – площі плоскодонних отворів

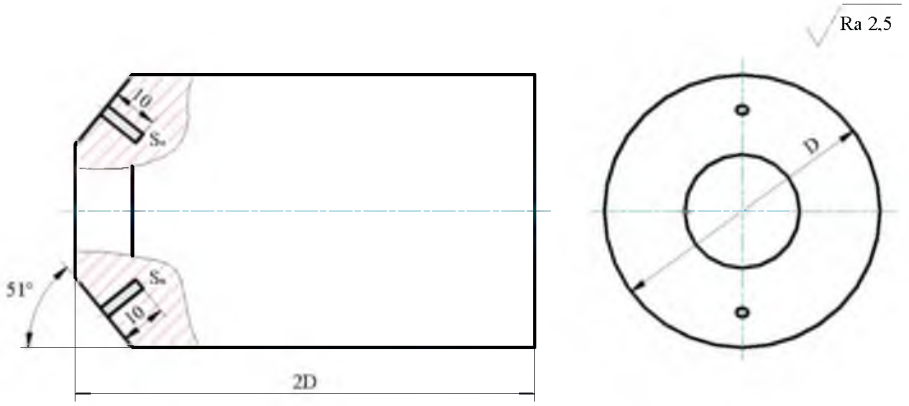
Рисунок В.1 – Типовий ескіз ЕЗ для контролю сортового прокату діаметром від 15 мм до 30 мм включно ДД



S_0 – площа плоскодонного отвору

Примітка. Аналогічні зразки застосовуються для контролю з торця виробів у вигляді суцільних циліндрів будь-якого діаметра (D), але із висотою менше 2,5 D

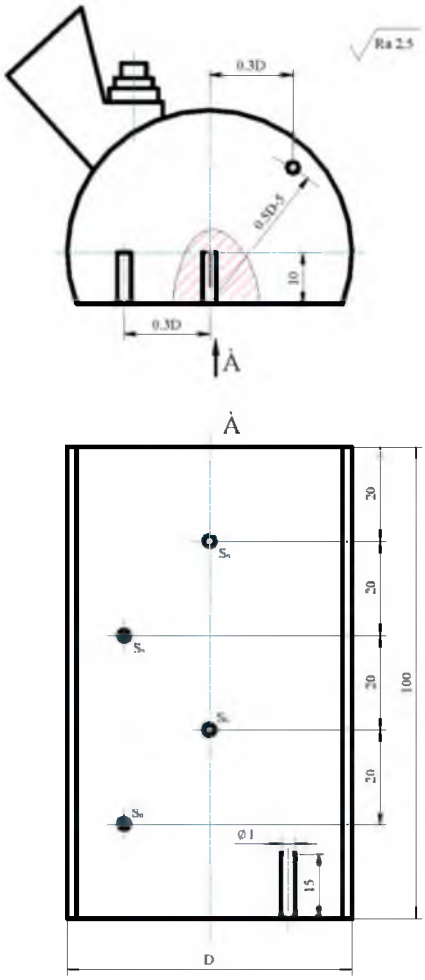
Рисунок В.2 – Набір ЕЗ для контролю з торців ПД плоских і циліндричних виробів довжиною до 250 мм



S_0 … S_n – площі плоскодонних отворів

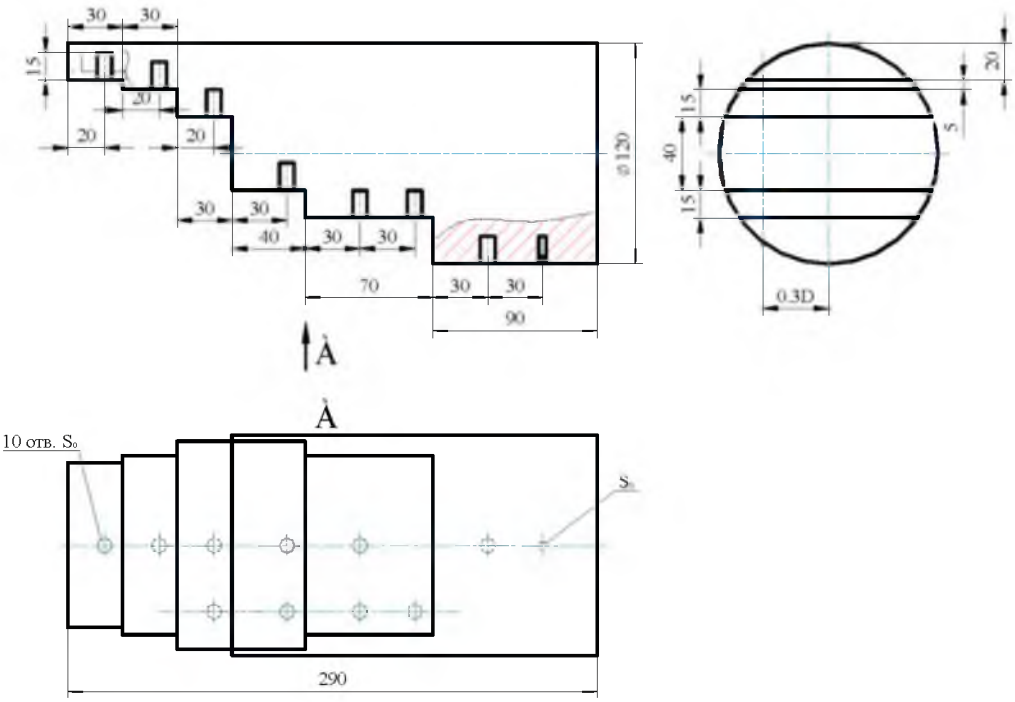
Примітка. Кут скосу α відповідає куту променя і становить α±1°.

Рисунок В.3 – Типовий ескіз ЕЗ для контролю КД з кутом променя 50^0 вздовж твірної стального круглого прокату діаметром 100 мм та менше



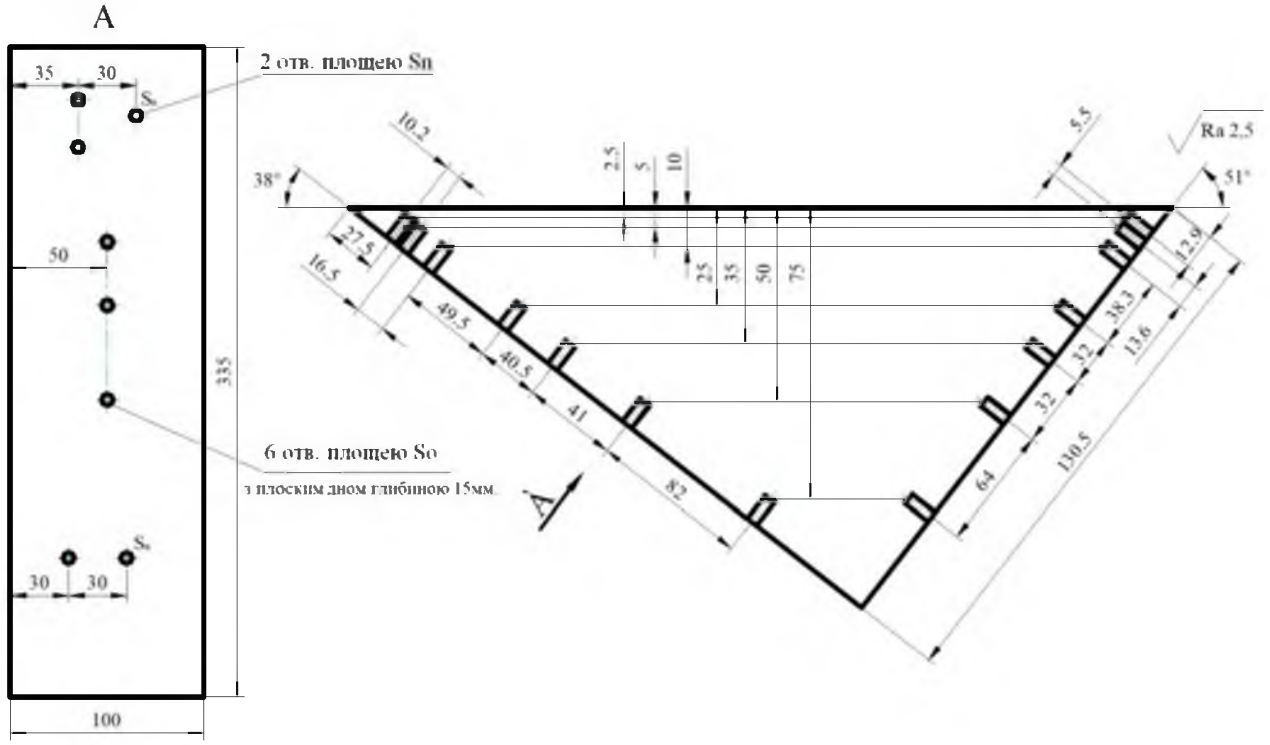
S_0 … S_n – площі плоскодонних отворів

Рисунок В.4 – Типовий ескіз ЕЗ для хордового сканування КД і ПД суцільних циліндрів діаметром від 30 мм до 80 мм



S_0 … S_n – площі плоскодонних отворів

Рисунок В.5 – Типовий ескіз ЕЗ для контролю суцільних циліндрів діаметром 80 мм і більше КД (кут променю 40^0, хордовий напрямок) і ПД

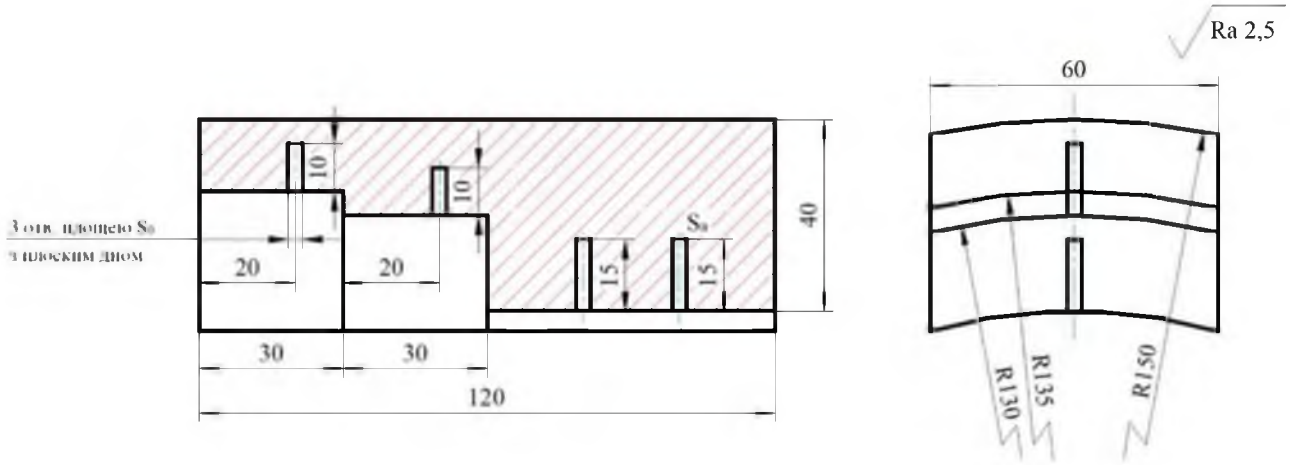


S_0 … S_n – площі плоскодонних отворів

Примітка 1. Аналогічні ЕЗ застосовують у разі контролю циліндрів вздовж твірної і в разі хордового скнування циліндрів діаметром 100 мм і більше.

Примітка 2. Кути 38^0 і 51^0 наведені для випадку сталевого зразка, в якому швидкість повздовжніх хвиль дорівнює 5900 м/сек. Кути 38^0 і 51^0 можуть відрізнятися від зазначених на рисунку.

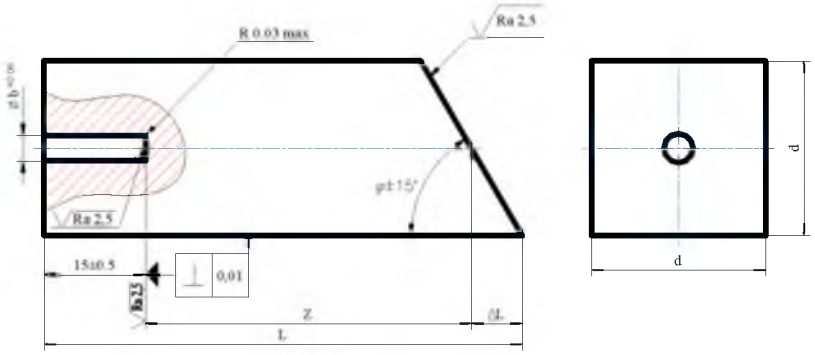
Рисунок В.6 – Приклад ЕЗ для контролю КД з кутами променю 40^0 і 50^0 по плоскій поверхні виробів товщиною від 10 мм до 150 мм



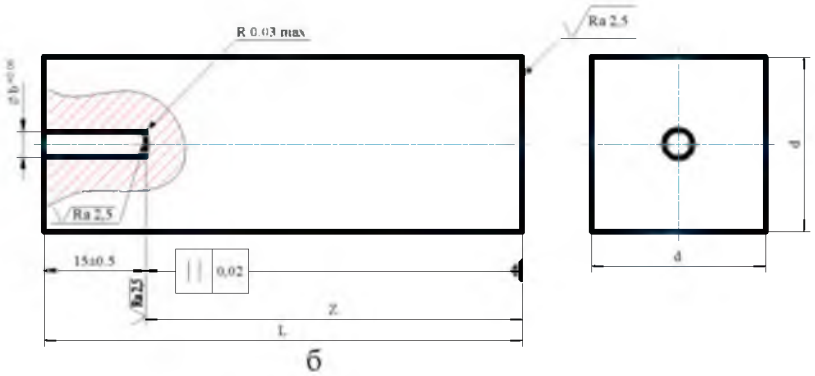
S_0 … S_n – площі плоскодонних отворів

Примітка. Аналогічні ЕЗ застосовуються у разі контролю порожнистих циліндрів із зовнішнім діаметром менше 500 мм

Рисунок В.7 – ЕЗ для контролю прямим або ДД патрубка із зовнішнім діаметром 300 мм з товщиною стінки 40 мм



а



б

де, φ – кут скосу торцевої поверхні ЕЗ; z – відстань від точки перетину осі ЕЗ з торцевою поверхнею до плоскодонної поверхні; L – довжина ЕЗ; Δ L – відстань від точки перетину осі ЕЗ з торцевою поверхнею до точки перетину бічної і торцевої поверхонь; d – ширина (висота) ЕЗ; b – діаметр плоскодонного отвору ЕЗ

Рисунок В.8 – ЕЗ для контролю КД (а) і ПД (б)

ДОДАТОК Г
(обов'язковий)
УЛЬТРАЗВУКОВИЙ КОНТРОЛЬ ОСНОВНОГО МЕТАЛУ ЗГИНІВ ТРУБОПРОВОДІВ

Г.1 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю з метою виявлення поздовжньо-орієнтованих несуцільностей

Г.1.1 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю згинів зовнішнім діаметром менше 273 мм.

Г.1.1.1 Налаштування УЗ-приладів і проведення контролю згинів зовнішнім діаметром менше 273 мм здійснюються із використанням КД або ПД, які укомплектовані змінними клинами та контактна поверхня яких забезпечує надійний акустичний контакт.

Г.1.1.2 Налаштування УЗ-приладів для проведення контролю згинів із зовнішнім діаметром, що є більшим або дорівнює 273 мм, здійснюється КД.

Г.1.1.3 Значення кута нахилу змінного клина рекомендується підбирати за співвідношенням значення номінальної товщини стінки до значення зовнішнього діаметра труби, з якої виготовлений згин, таким чином:

– якщо співвідношення є меншим або дорівнює 0,1 – вибирають датчик (змінний клин) з номінальним значенням кута променя від 40^0 до 50^0 включно;

– якщо співвідношення є більшим за 0,1 – вибирають датчик (змінний клин) з номінальним значенням кута променя 40^0.

Примітка. Кут променя 40^0 відповідає нахилу клина 30^0, а кут променя 50^0 відповідає куту нахилу клина 40^0.

Г.1.1.4 Частота датчика визначається залежно від значення номінальної товщини стінки труби, з якої виготовлений згин:

– якщо значення номінальної товщини стінки є меншим або дорівнює 15 мм – вибирають датчик із частотою 4,0 МГц або 5,0 МГц;

– якщо значення номінальної товщини стінки є більшим за 15 мм – вибирають датчик із частотою 2,0 МГц або 2,5 МГц.

Г.1.1.5 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю згинів необхідно проводити з урахуванням вимог цього стандарту.

Г.1.1.6 Послідовність операцій у процесі налаштування дефектоскопа:

а) налаштування тривалості розгортки дефектоскопа:

– датчик встановлюють на ЕЗ і, переміщуючи датчик зворотно-поступальними рухами, знаходять максимальне значення луна-сигналу від нижньої і верхньої зарубок;

– значення тривалості розгортки УЗ-приладів рекомендується встановлювати таким, щоб персонал з НК спостерігав з лівого краю екрана імпульс передавача, а з правого краю екрана – максимальне значення луна-сигналу від верхньої зарубки; діапазон тривалості розгортки має перевищувати область спостереження найбільшого значення луна-сигналу від верхньої зарубки на 5% - 10% на горизонтальній шкалі екрана дефектоскопа.

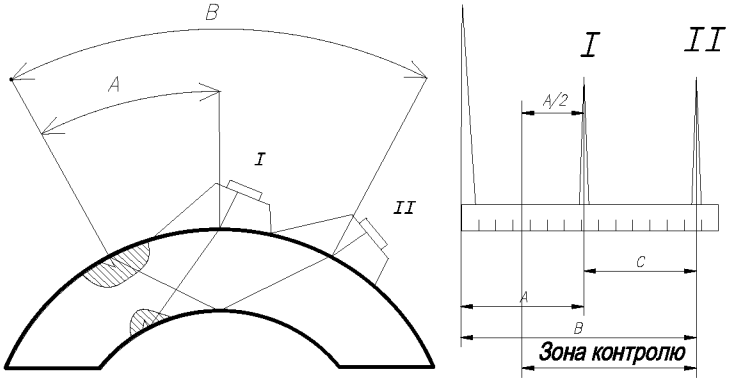
Для згинів з номінальною товщиною стінки труби менше ніж 12 мм дозволяється проводити контроль дворазово відбитим променем. Для цього діапазон часової розгортки на екрані дефектоскопа рекомендується встановлювати такою, щоб персонал з НК спостерігав з лівого краю екрана імпульс передавача, а з правого краю екрана – найбільше значення луна-сигналу від нижньої зарубки дворазово відбитим

променем; діапазон тривалості розгортки має перевищувати область спостереження найбільшого значення луна-сигналу дворазово відбитого променя від нижньої зарубки на 5% - 10% на горизонтальній шкалі екрана дефектоскопа;

– контрольована ділянка на екрані дефектоскопа встановлюється такою, щоб її початок перебував посередині між імпульсом передавача і найбільшим значенням луна-сигналу від нижньої зарубки прямого променя, а кінець співпадав із найбільшим значенням луна-сигналу одноразово відбитого променя від верхньої зарубки.

Для згинів з номінальною товщиною стінки труби менше ніж 12 мм дозволяється встановлювати зону контролю, кінець якої співпадає із найбільшим значенням луна-сигналу дворазово відбитого променя від нижньої зарубки.

Схема налаштування тривалості розгортки дефектоскопа наведена на рисунку Д.1.



де, А – відстань від вказівної точки датчика до нижньої зарубки;
В – відстань від вказівної точки датчика до верхньої зарубки;
С – відстань між верхньою і нижньою зарубками по екрану дефектоскопа;
I – положення датчика і сигнал від нижньої зарубки;
II – положення датчика і сигнал від верхньої зарубки.

Рисунок Г.1 – Схема налаштування тривалості розгортки дефектоскопа

б) глибиномір налаштовується відповідно до вимог інструкції з експлуатації дефектоскопа;

в) налаштування чутливості контролю дефектоскопа проводиться в такій послідовності:

– за допомогою атенюатора, відповідно до інструкції з експлуатації дефектоскопа, рекомендується встановити найбільше значення луна-сигналу від нижньої зарубки на рівні 50% висоти екрана дефектоскопа;

– рекомендується, відповідно до інструкції з експлуатації дефектоскопа, налаштувати ЧРЧ в межах усієї зони контролю за лінійною залежністю або передбачити інші методи компенсації послаблення найбільшого значення вихідного сигналу;

– датчик встановлюють у положення отримання найбільшого значення луна-сигналу прямого променя від нижньої зарубки;

– встановлюють при цьому бракувальний рівень чутливості для несуцільностей, які перебувають у нижніх двох третинах товщини стінки згину;

– зону контролю для цього бракувального рівня встановлюють такою, щоб її початок перебував посередині між імпульсом передавача і найбільшим луна-сигналом від нижньої зарубки, а кінець відкладають справа від найбільшого луна-сигналу від нижньої зарубки на відстань, яка дорівнює двом третинам значення відстані між

найбільшими луна-сигналами від нижньої і верхньої зарубками на горизонтальній шкалі екрана дефектоскопа (див. Рисунок Г.2);

– датчик встановлюють у положення отримання найбільшого значення луна-сигналу одночасно відбитого променя від верхньої зарубки;

– встановлюють при цьому бракувальний рівень чутливості для несуцільностей, які перебувають у верхній третині товщини стінки згину;

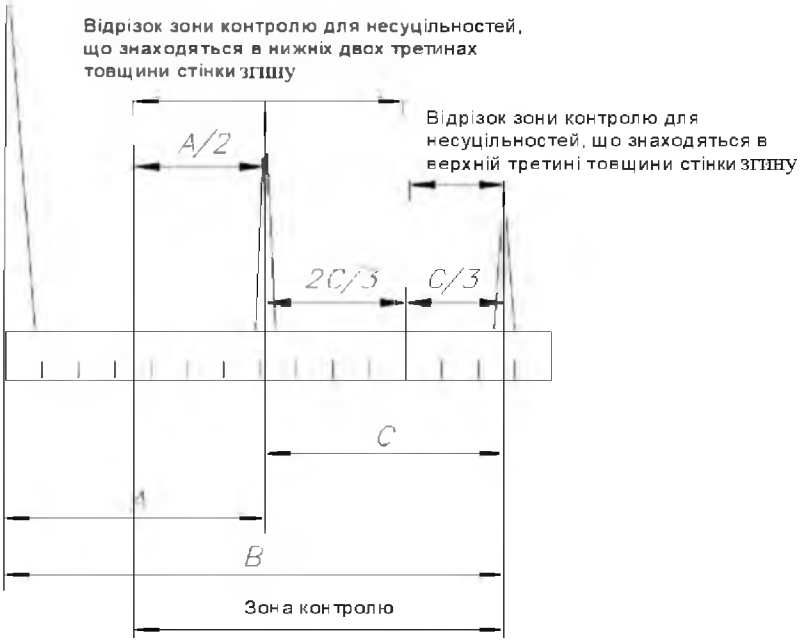
– зону контролю для цього бракувального рівня встановлюють такою, щоб її початок співпадав із кінцем зони контролю, встановленої вище, а кінець – з найбільшим луна-сигналом від верхньої зарубки на горизонтальній шкалі екрана дефектоскопа;

– контрольний рівень чутливості встановлюють залежно від товщини стінки згину, підвищуючи чутливість контролю відносно значення бракувального рівня відповідно до таблиці Г.1.

Таблиця Г.1 – Контрольний рівень чутливості залежно від товщини стінки згину

Товщина стінки згину, мм	Різниця між контрольним і бракувальним рівнем чутливості, дБ	
	у разі контролю в нижніх двох третинах товщини стінки згину	у разі контролю у верхній третині товщини стінки згину
Від 3,5 до 19,5 включно	6	6
Від 20 до 40 включно	6	8
Понад 40	6	12

Схема налаштування чутливості контролю наведена на рисунку Г.2.



де, А – відстань від вказівної точки датчика до нижньої зарубки;

В – відстань від вказівної точки датчика до верхньої зарубки;

С – відстань між верхньою і нижньою зарубками по горизонтальній шкалі екрана дефектоскопа.

Рисунок Г.2 – Схема налаштування чутливості контролю

– для згинів, які перебувають в експлуатації, підвищують чутливість

контролю на 16 дБ відносно встановленого бракувального рівня, встановлюючи при цьому пошуковий рівень чутливості;

– у разі проведення вхідного контролю згинів підвищують чутливість контролю на 12 дБ відносно заданого бракувального рівня, встановлюючи при цьому пошуковий рівень чутливості;

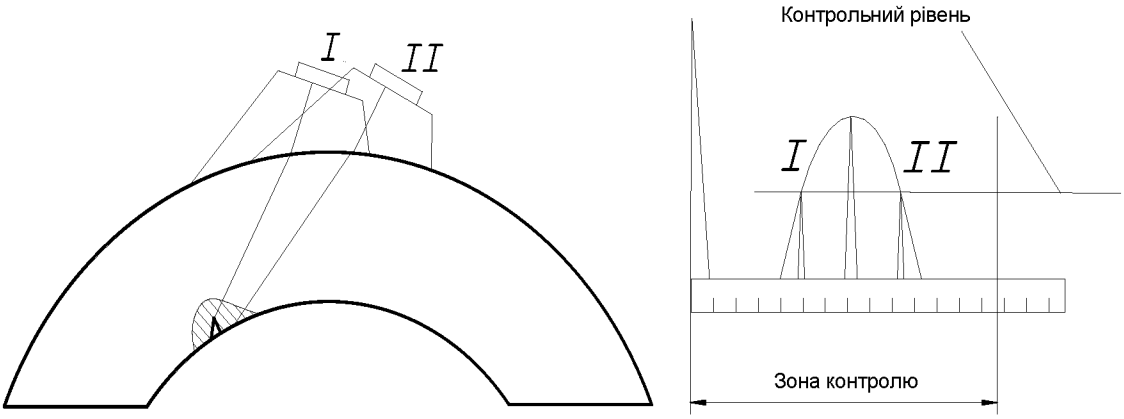
г) у процесі налаштування, на контрольному рівні чутливості, здійснюють вимірювання:

– максимальних значень амплітуд луна-сигналів від верхньої ($A_В$) і нижньої ($A_Н$) зарубок, а також значення відстаней в міліметрах, яке вимірюють за допомогою рулетки вимірювальної металевої, що відповідає ДСТУ 4179, або лінійки вимірювальної металевої від передньої грані датчика (змінного клина) по зовнішній поверхні ЕЗ до зарубок, у випадку найбільшого значення луна-сигналів від нижньої і верхньої зарубок;

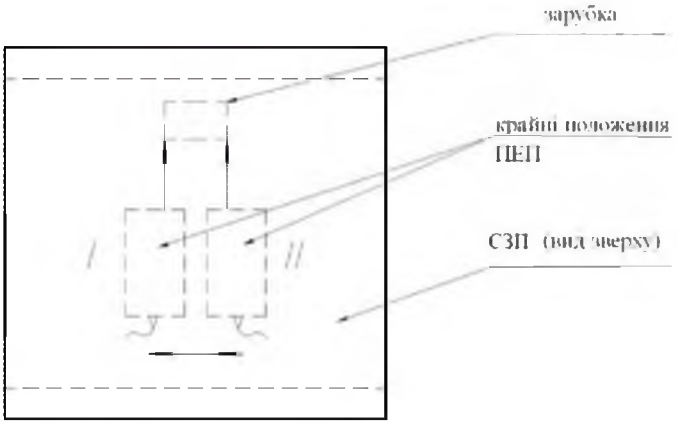
– значення умовної висоти верхньої ($\Delta H_В$) і нижньої ($\Delta H_Н$) зарубок.

Для цього на контрольному рівні чутливості, переміщуючи датчик паралельно бічним поверхням ЕЗ, визначають крайні положення на екрані дефектоскопа, за яких значення амплітуд луна-сигналу від відповідної зарубки дорівнює контрольному рівню чутливості (при цьому значення амплітуди луна-сигналу змінюється залежно від висоти, яка відповідає контрольному рівню, до максимального значення і знову повертається до значення контрольного рівня). Визначають різницю показань глибиноміра між крайніми положеннями значення луна-сигналу на екрані дефектоскопа й таким чином отримують умовну висоту відповідної зарубки. Вимірювання значення умовної висоти від верхньої зарубки аналогічне вимірюванням значення умовної висоти нижньої зарубки.

Схема вимірювання значення умовної висоти зарубки наведена на рисунку Д.3 а). Схема вимірювання значення умовної протяжності зарубок наведена на рис. Д.3 б).



а) Схема вимірювання значення умовної висоти зарубки



б) Схема вимірювання значення умовної протяжності зарубок

де: I, II – крайні положення датчика, у яких значення луна-сигналу дорівнює контрольному рівню чутливості

Рисунок Г.3 – Схеми вимірювань значень умовної висоти зарубки і умовної протяжності зарубок

– значення умовної протяжності верхньої ($\Delta L_В$) і нижньої ($\Delta L_Н$) зарубок.

Для цього на контрольному рівні чутливості, переміщуючи датчик перпендикулярно бічним поверхням ЕЗ, визначають крайні положення датчика, за яких значення амплітуд луна-сигналу від відповідної зарубки дорівнює контрольному рівню чутливості (при цьому значення амплітуди луна-сигналу змінюється залежно від висоти, яка відповідає контрольному рівню чутливості, до найбільшого значення і знову повертається до контрольного рівня чутливості). Вимірявши відстань в міліметрах між крайніми положеннями датчика по зовнішній поверхні ЕЗ за допомогою рулетки вимірювальної металевої, що відповідає ДСТУ 4179, або лінійки вимірювальної металевої, визначають умовну протяжність відповідної зарубки;

д) в журналі обліку результатів ультразвукового контролю згинів записують:

– значення максимальних амплітуд луна-сигналів від верхньої ($A_В$) і нижньої ($A_Н$) зарубок;

– значення умовної висоти ($\Delta H_В$, $\Delta H_Н$) і умовної протяжності від верхньої ($\Delta L_В$) і нижньої ($\Delta L_Н$) зарубок.

Г.2 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю з метою виявлення поперечно-орієнтованих несуцільностей

Г.2.1 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю згинів з зовнішнім діаметром труб менше 200 мм.

Г.2.1.1 Налаштування дефектоскопа проводиться КД, які мають забезпечувати стабільний акустичний контакт з поверхнею об’єкту контролю у відповідності до вимог 9.10, і значенням номінального кута променя 45°.

Г.2.1.2 Частота датчика визначається залежно від номінальної товщини стінки труби, з якої виготовлений згин:

– якщо значення номінальної товщини стінки до 15 мм включно, вибирають датчик із частотою 4 МГц або 5 МГц;

– якщо значення номінальної товщини стінки є більшим за 15 мм і до 18 мм включно, вибирають датчик із частотою 2 МГц або 2,5 МГц;

– якщо значення номінальної товщини стінки є більшим за 18 мм, вибирають датчик із частотою від 1 МГц до 2,5 МГц.

Г.2.1.3 Значення радіуса кривизни контактної поверхні датчика не повинно перевищувати значення радіуса кривизни контрольованого згину більше ніж на 10%. Допускається застосовувати компенсуючи прокладки або опори точки введення, якщо вони забезпечують стабільний акустичний контакт з поверхнею об'єкту контролю відповідно до вимог 9.10.

Г.2.1.4 У випадку перевірки дефектоскопа згідно з цим стандартом для забезпечення акустичного контакту датчика із поверхнею ЕЗ виготовляють ванну із контактною рідиною, рівень якої має перевищувати максимальне значення зазору між робочими поверхнями датчика та ЕЗ.

Г.2.1.5 Налаштування дефектоскопа необхідно проводити на ЕЗ, який виготовлено згідно з додатком Е, з урахуванням вимог цього стандарту.

Г.2.1.6 Послідовність операцій у процесі налаштування дефектоскопа є такою самою, як і в Г.1.1.6 (крім встановлення рівнів чутливості контролю).

Г.2.1.7 Бракувальний рівень чутливості встановлюють, підвищуючи чутливість контролю на 6 дБ відносно амплітуди сигналу від контрольної зарубки, визначеної згідно з додатком Е.

Г.2.1.8 Контрольний рівень чутливості при контролі на поперечні несуцільності не встановлюється.

Г.2.1.9 Пошуковий рівень чутливості встановлюють, підвищуючи чутливість контролю на 14 дБ відносно бракувального рівня.

Г.2.1.10 Перед проведенням контролю на бракувальному рівні чутливості вимірюють і фіксують в журналі обліку результатів ультразвукового контролю згинів максимальне значення луна-сигналу від верхньої ($A_В$) і нижньої ($A_Н$) зарубок, які визначають аналогічно Г.1.1.6.

Г.2.2 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю згинів зовнішнім діаметром труб більше 200 мм і номінальною товщиною стінки менше 20 мм.

Г.2.2.1 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю згинів проводиться КД зі значенням номінального кута променю 45^0.

Г.2.2.2 Частота датчика визначається аналогічно Г.2.1.2.

Г.2.2.3 Перед здійсненням контролю параметри дефектоскопа перевіряють відповідно до вимог цього стандарту.

Г.2.2.4 Послідовність операцій у процесі налаштування дефектоскопа є такою самою, як і в Г.1.1.6 (крім встановлення рівнів чутливості контролю).

Г.2.2.5 Налаштування рівнів чутливості контролю дефектоскопа проводиться аналогічно Д.2.1.7-Г.2.1.9.

Г.2.2.6 Перед проведенням контролю на бракувальному рівні чутливості вимірюють і фіксують у журналі обліку результатів ультразвукового контролю згинів максимальне значення амплітуд луна-сигналу від верхньої (Ав) і нижньої (Ан) зарубок, які встановлюють аналогічно Г.1.1.6.

Г.2.3 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю згинів з номінальною товщиною, яка є більшою за 20 мм.

Г.2.3.1 Налаштування дефектоскопа для проведення контролю згинів проводиться КД зі значенням номінального кута променю 45^0.

Г.2.3.2 Вибирають датчики із частотою від 1 МГц до 2 МГц, які забезпечують задану чутливість контролю.

Г.2.3.3 Здійснюють перевірку параметрів дефектоскопа згідно з вимогами цього стандарту.

Г.2.3.4 Значення тривалості розгортки екрана дефектоскопа рекомендується встановлювати таким, щоб воно перевищувало область (подвоєну номінальну товщину стінки труби, з якої виготовлений контрольований згин) спостереження максимального луна-сигналу на 5% - 10% по горизонтальній шкалі екрана дефектоскопа.

Г.2.3.5 Відповідно до вимог інструкції з експлуатації дефектоскопа налаштовується глибиномір.

Г.2.3.6 Налаштування чутливості контролю дефектоскопа проводиться за допомогою побудови АВД-діаграми у такій послідовності:

– на відповідному калібрувальному або контрольному зразку отримують максимальне значення луна-сигналу від рекомендованого виробником дефектоскопа відбивача, який відповідає опорному луна-сигналу;

– фіксують отримане значення відповідно до інструкції з експлуатації дефектоскопа;

– відповідно до інструкції з експлуатації дефектоскопа задають значення бракувального рівня чутливості в еквівалентній площі, визначеній відповідно до таблиці 13.1;

– згідно з інструкцією з експлуатації дефектоскопа будують АВД-діаграму для заданої еквівалентної площі (побудована АВД-крива являє собою бракувальний рівень чутливості);

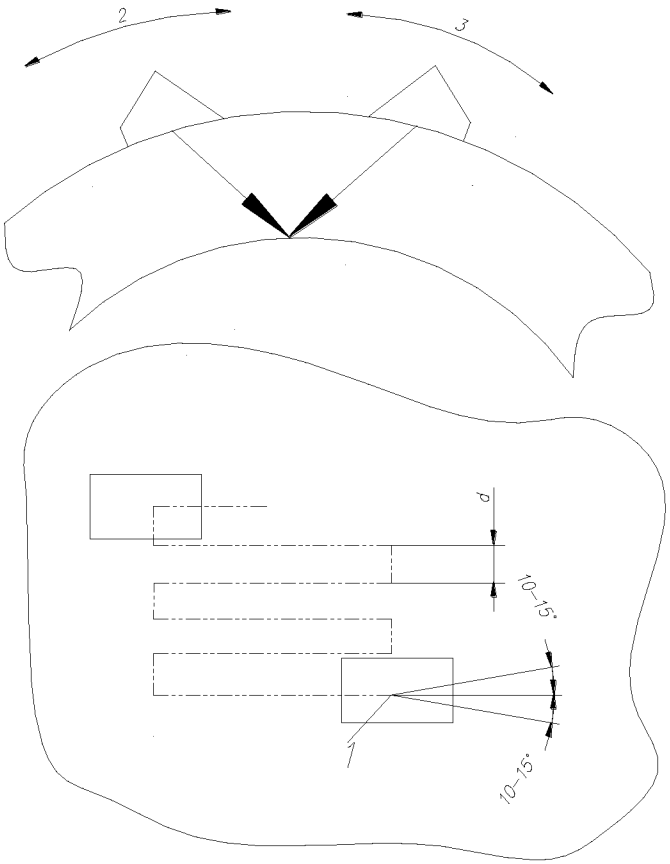
– підвищують рівень чутливості контролю на 12 дБ відносно заданого бракувального рівня, встановлюючи при цьому пошуковий рівень чутливості.

Г.3 Проведення контролю для виявлення поздовжньо-орієнтованих несуцільностей

Г.3.1 Контроль згинів для виявлення поздовжньо-орієнтованих несуцільностей проводиться за суміщеною схемою одним датчиком.

Г.3.2 Контроль згинів здійснюється на пошуковому рівні чутливості.

Г.3.3 Контроль поверхні здійснюється упоперек твірної згину, зворотно-поступальними рухами, з одночасним повертанням (за можливості) датчика на 10^0 - 15^0 в обидва боки відносно власної осі. Сканування виконується відповідно до схеми сканування, наведеної на рисунку Г.4.



де, 1 – точка введення променя;
2 – контроль зліва по відношенню до напрямку ходу середовища;
3 – контроль справа по відношенню до напрямку ходу середовища;
d – крок сканування.

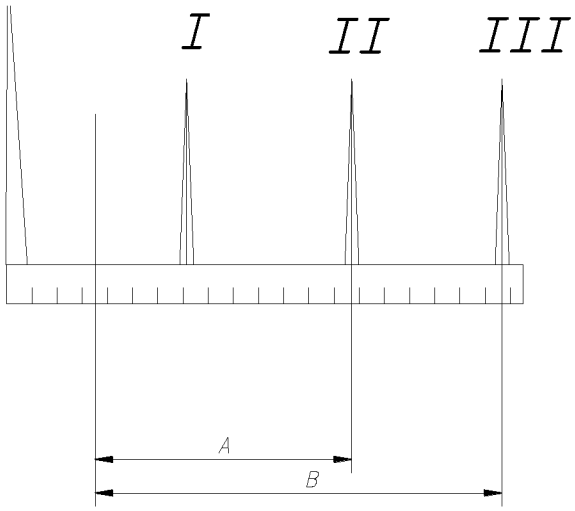
Рисунок Г.4 – Схема сканування згинів

Г.3.4 У місцях підвищеної кривизни поверхні рекомендується легке похитування датчика відносно вказівної точки датчика.

Г.3.5 Ознакою присутності несуцільності в металі згину є поява луна-сигналу від несуцільності в зоні контролю на ділянці розгортки дефектоскопа зі значенням, яке перевищує контрольний рівень чутливості.

Г.3.6 Поява луна-сигналу від несуцільності поблизу від переднього краю зони контролю (у разі контролю прямим променем) або заднього краю зони контролю (у разі контролю дворазово відбитим променем) свідчить про розташування несуцільності поблизу від внутрішньої поверхні згину (відповідно до рисунку Г.5 – поява луна-сигналу від несуцільності біля положень I і III).

Г.3.7 Поява луна-сигналу від несуцільності в робочій зоні біля положення II (відповідно до рисунку Г.5) вказує на розташування несуцільності поблизу від зовнішньої поверхні.



де, I – сигнал від несуцільності, розташованої поблизу від внутрішньої поверхні згину, в разі контролювання прямим променем;

II – сигнал від несуцільності, розташованої поблизу від зовнішньої поверхні згину, в разі контролювання одноразово відбитим променем;

III – сигнал від несуцільності, розташованої поблизу від внутрішньої поверхні згину, в разі контролювання дворазово відбитим променем;

А – контрольована ділянка в разі контролювання прямим чи одноразово відбитим променем;

В – контрольована ділянка в разі контролювання прямим, одноразово відбитим і дворазово відбитим променем.

Рисунок Г.5 – Розташування луна-сигналів від несуцільності на розгортці екрана дефектоскопа

Г.3.8 У випадку ускладнень у процесі оцінювання виявлених несуцільностей згинів, які перебувають в експлуатації, з товщиною стінки до 15 мм включно на частоті 4 МГц або 5 МГц, рекомендується додатково провести контроль на частоті 2 МГц або 2,5 МГц відповідно. При цьому налаштування дефектоскопа виконується відповідно до вимог розділу 9.

Г.3.9 Якщо максимальне значення амплітуд луна-сигналу від несуцільності під час контролювання на частоті 2 МГц або 2,5 МГц перевищує максимальне значення амплітуд луна-сигналу від зарубки на частоті 4 МГц або 5 МГц відповідно, несуцільність бракується.

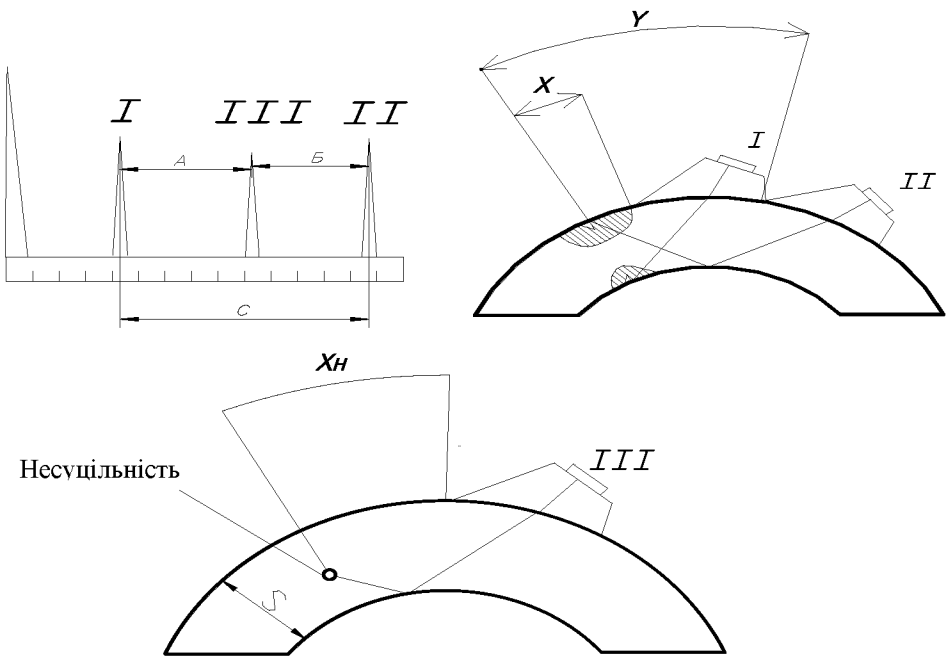
Г.3.10 У разі виявлення несуцільності з бракувальними ознаками проводиться визначення місця її розташування та вимірювання таких параметрів:

– максимальне значення перевищення луна-сигналу від несуцільності відносно контрольного рівня чутливості в разі контролювання з протилежних боків розташування несуцільності;

– максимальне значення умовної протяжності луна-сигналів від несуцільності в разі контролювання з протилежних боків розташування несуцільності;

– максимальне значення умовної висоти несуцільності в разі контролювання з протилежних боків розташування несуцільності.

Г.3.11 Якщо на пошуковому рівні луна-сигнали від двох або більше несуцільностей розділяються між собою на екрані дефектоскопа менше ніж на 6 дБ, то вважається, що виявлена одна несуцільність.



де, $X_Н$ – відстань від передньої грані клина датчика до несуцільності по зовнішній поверхні згину;

X – відстань від передньої грані клина датчика до нижньої зарубки по зовнішній поверхні ЕЗ;

Y – відстань від передньої грані клина датчика до верхньої зарубки по зовнішній поверхні ЕЗ;

А – відстань між сигналом від несуцільності та сигналом від нижньої зарубки по екрану дефектоскопа;

Б – відстань між сигналом від несуцільності та сигналом від верхньої зарубки по екрану дефектоскопа;

С – відстань між сигналами від верхньої і нижньої зарубок по екрану дефектоскопа;

I – положення датчика та сигнал від нижньої зарубки;

II – положення датчика та сигнал від верхньої зарубки;

III – положення датчика та сигнал від несуцільності;

S – товщина ЕЗ і згину.

Рисунок Г.6 – Схема визначення координат несуцільності

Г.3.12 Координати несуцільності по периметру згина визначають за годинниковою стрілкою відносно ходу середовища відповідно до рисунку Г.7 у такій послідовності:

– визначають відстань (вимірювання проводилися під час налаштування) від передньої грані клина датчика до нижньої зарубки по зовнішній поверхні ЕЗ – X;

– визначають відстань (вимірювання проводилися під час налаштування) від передньої грані клина датчика до верхньої зарубки по зовнішній поверхні ЕЗ – Y;

– вимірюють відстань між сигналом від несуцільності та сигналом від нижньої зарубки по екрану дефектоскопа – А;

– вимірюють відстань між сигналом від несуцільності та сигналом від верхньої зарубки по екрану дефектоскопа – Б;

– вимірюють відстань між сигналами від верхньої і нижньої зарубок по екрану дефектоскопа – С;

– відстань від передньої грані клина датчика до несуцільності (Хн) визначають із такого співвідношення:

$$Хн = \frac{Б}{С}X + \frac{А}{С}У \qquad (Г.1)$$

– від передньої грані клина датчика за допомогою лінійки вимірювальної відкладають відстань в міліметрах Хн і позначають (маркером або іншим засобом) місце знаходження несуцільності на згині;

– визначають розміщення несуцільності по периметру згина, користуючись системою координат, відповідно до рисунку Г.7;

– вимірюють відстань в міліметрах від найближчої лінії сполучення гнутої ділянки з прямою трубою, із зазначенням номера лінії по ходу середовища, до несуцільності, відповідно до рисунку Г.8.

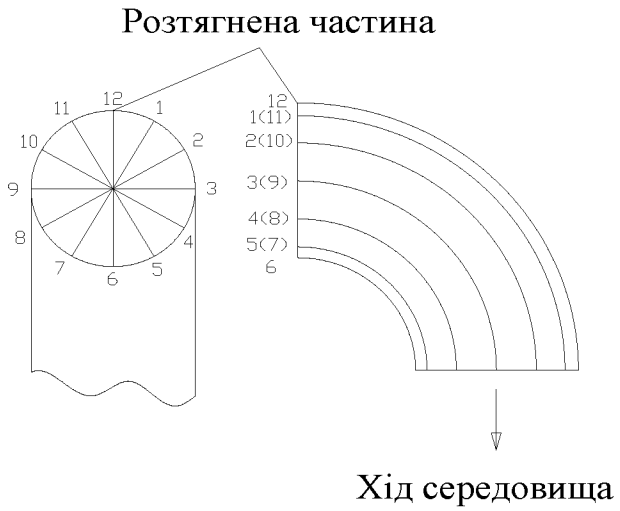


Рисунок Г.7 – Схема визначення системи координат для згинів

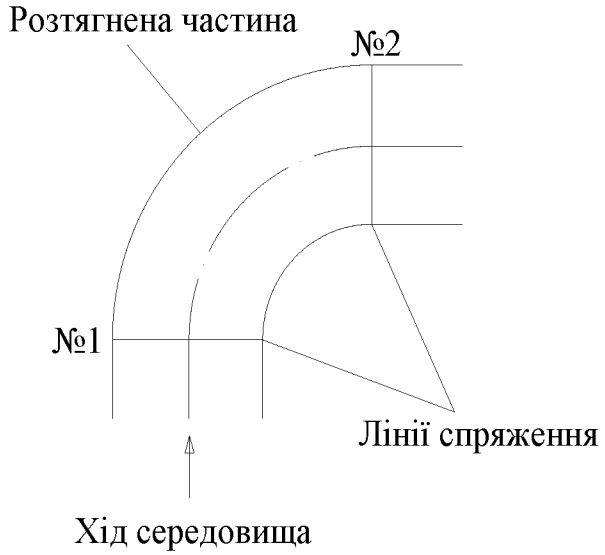


Рисунок Г.8 – Схема розташування ліній сполучення

Г.3.13 Згини придатні, якщо в процесі контролю не виявлено несуцільностей з бракувальними ознаками.

Г.4 Проведення контролю з метою виявлення поперечно-орієнтованих несуцільностей

Г.4.1 Контроль з метою виявлення поперечно-орієнтованих несуцільностей проводиться у разі потреби за результатами виконання УЗК на виявлення поздовжньо-орієнтованих несуцільностей.

Г.4.2 Контроль здійснюється вздовж твірної згину.

Г.4.3 В разі виявлення несуцільності з бракувальними ознаками здійснюється вимірювання таких параметрів:

– найбільше значення перевищення луна-сигналу відносно бракувального рівня;

– значення еквівалентної площі несуцільності.

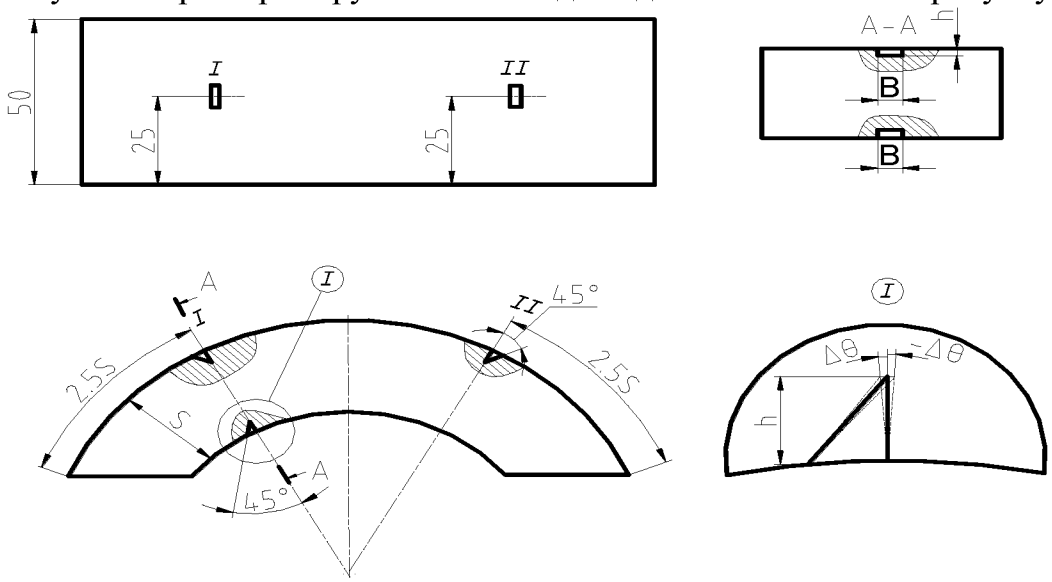
Г.4.4 В разі виявлення несуцільності з бракувальними ознаками здійснюється визначення координат несуцільності за допомогою глибиноміра дефектоскопа відповідно до вимог, наведених в Г.3.12.

ДОДАТОК Д
(обов'язковий)
ВИМОГИ ДО ЕТАЛОННИХ ЗРАЗКІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗГИНІВ ЩОДО ПОВЗДОВЖНЬО-ОРІЄНТОВАНИХ НЕСУЦІЛЬНОСТЕЙ

Д.1 ЕЗ для контролю згинів щодо поздовжньо-орієнтованих несуцільностей виготовляються з прямих ділянок труб. Матеріал зразків повинен відповідати матеріалу контрольованого згину. У разі контролю згинів, які перебувають в експлуатації більше 50 тисяч годин, зразки рекомендується виготовляти з труб, які пропрацювали такий самий термін.

Д.2 Для налаштування засобів вимірювальної техніки на внутрішній і зовнішній поверхнях випробувального зразка виготовляються кутові відбивачі («зарубки»).

Розташування і розміри зарубок мають відповідати зазначеним на рисунку Д.1.



де, h – висота відбивача; B – ширина відбивача; ΔΘ – допустиме відхилення кута нахилу поверхні відбивання.

Примітка. На зразках згинів трубопроводів товщиною до 15 мм верхній відбивач розташовується в розрізі II, нижній – в розрізі I; понад 15 мм – верхній і нижній відбивачі розташовуються в розрізі I.

Рисунок Д.1 – Еталонний зразок для контролю згинів

Д.3 Розміри кутових відбивачів залежно від товщини стінки наведені в Таблиці Д.1.

Таблиця Д.1 – Розміри зарубки залежно від товщини стінки згину

Товщина стінки згину, мм	Розміри кутового відбивача ("зарубки"), мм	
	Ширина	Висота
До 15,0 вкл.	2,0	1,0
Понад 15,0 до 18,0 вкл.	2,5	1,5
Понад 18,0 до 22,0 вкл.	2,5	2,0
Понад 22,0	3,5	2,0

Д.4 Для відхилень кутових і лінійних розмірів відбивачів встановлюються такі допустимі значення: ± 0,1 мм – щодо ширини і висоти відбивача; $\pm 2{,}0^0$ – щодо кута нахилу поверхні відбиття.

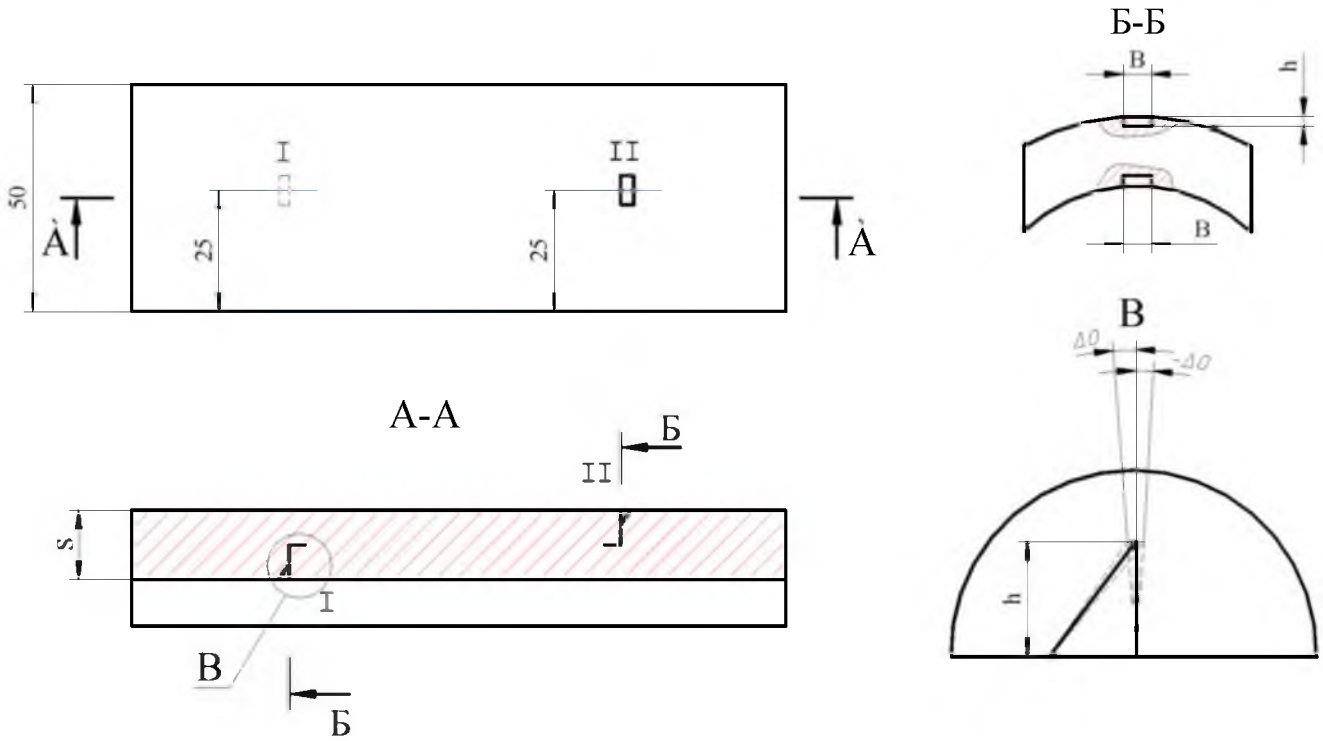
На зразок рекомендується наносити маркування, яке містить відомості про зовнішній діаметр, товщину стінки, марку сталі, площу відбивача, реєстраційний номер зразка за журналом обліку.

ДОДАТОК Е
(обов`язковий)
ВИМОГИ ДО ЕТАЛОННИХ ЗРАЗКІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗГИНІВ ЩОДО ПОПЕРЕЧНО-ОРІЄНТОВАНИХ НЕСУЦІЛЬНОСТЕЙ

Е.1 ЕЗ для контролю згинів щодо поперечно-орієнтованих несуцільностей виготовляються з прямих ділянок труб. Матеріал зразків повинен відповідати матеріалу контрольованого згину. У випадку контролю згинів, які перебувають в експлуатації більше 50 тисяч годин, зразки рекомендується виготовляти з труб, які пропрацювали такий самий термін.

Е.2 Для налаштування дефектоскопа на внутрішній і зовнішній поверхнях зразка робляться кутові відбивачі («зарубки»).

Розташування зарубок має відповідати рисунку Е.1.



де, h – висота відбивача; B – ширина відбивача; ΔΘ – допустиме відхилення кута нахилу поверхні відбивання; S – товщина ЕЗ.

Примітка. На зразках згинів трубопроводів товщиною до 15 мм верхній відбивач рекомендується розташовувати у розрізі II, нижній – у розрізі I; понад 15 мм – верхній і нижній відбивачі розташовуються в розрізі I.

Рисунок Е.1 – ЕЗ для контролю згинів

Е.3 Розміри кутових відбивачів залежно від товщини стінки наведені в таблиці Е.1.

Таблиця Е.1 – Розміри кутових відбивачів залежно від товщини стінки згину

Розміри відбивачів	Товщина стінки згину, мм			
	До 6,0 вкл.	Понад 6,0 до 15,0 вкл.	Понад 15,0 до 18,0 вкл.	Понад 18,0 до 20,0 вкл.
Площа зарубки, мм^2	1,6	2,0	3,75	5,0
Розміри зарубки, (ширина × глибина), мм	2,0 x 0,8	2,0 x 1,0	2,5 x 1,5	2,5 x 2,0

Е.4 Правильність виготовлення відбивачів рекомендується перевіряти методом свинцевого відбитка. За формою відбитка за допомогою інструментального мікроскопа перевіряються кутові і лінійні розміри відбивача.

Е.5 Для відхилень кутових і лінійних розмірів відбивачів встановлюються такі допустимі значення: ± 0,1 мм – щодо ширини і висоти відбивача; ± $2{,}0^0$ – щодо кута нахилу поверхні відбиття.

Е.6 На зразок наноситься маркування, яке містить відомості про зовнішній діаметр, товщину стінки, марку сталі, місця розташування поверхонь відбиття, відбивача, площу відбивача, реєстраційний номер зразка за журналом обліку.

ДОДАТОК Ж
(обов`язковий)
ДОКУМЕНТИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ (НАПІВФАБРИКАТІВ) І ОСНОВНОГО МЕТАЛУ

Ж.1 СОУ НАЕК 084:2023 «Технічне обслуговування та ремонт. Сталеві виливки для атомних енергетичних установок. Правила контролю»

Ж.2 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»

ДОДАТОК И
(довідковий)
БІБЛІОГРАФІЯ

1. ОСТ 108.958.03-83 «Поковки сталеві для енергетичного обладнання. Методика ультразвукового контролю»

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН

Номер зміни	Номери аркушів				Повідомлення		Підпис	Дата
	змінених	замінених	нових	анульованих	номер повідом лення	к-ть арк.		

ДЕРЖАВНА ІНСПЕКЦІЯ ЯДЕРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ З ПИТАНЬ БЕЗПЕКИ ЯДЕРНИХ УСТАНОВОК
вул. Арсенальна, 9/11, м. Київ, 01011, тел.: (044) 277 12 04, факс: (044) 254 33 11
E-mail:pr@snriu.gov.ua, сайт: www.snriu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 21721086

Від _____202__р. №_____ На № 01-16254/03-вих від 17.07.2025 р.

Т.в.о першого віце-президента
– технічного директора,
в.о. члена правління
АТ «НАЕК «Енергоатом»
Олександру ОСТАПОВЦЮ

Директору ДНТЦ ЯРБ
Ігорю ШЕВЧЕНКУ

Про погодження 2-ох СОУ НАЕК

Шановний Олександре Анатолійовичу!

За результатом розгляду повідомляємо, що зауваження державних експертиз ЯРБ (Звіти №№ 24-09-16137, 16411) враховано коректно та в повному обсязі.

Враховуючи вищевикладене, Держатомрегулювання погоджує документи:

- Стандарт акціонерного товариства "Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом". "Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний ультразвуковий. Методика контролю основних матеріалів (напівфабрикатів) СОУ НАЕК 027:2024" (далі – СОУ НАЕК 027:2024);
- Стандарт акціонерного товариства "Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом". "Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний радіографічний. Методика контролю зварних з'єднань і наплавлень СОУ НАЕК 050:2024" (далі – СОУ НАЕК 050:2024).

Цей лист є невід'ємною частиною СОУ НАЕК 050:2024 та СОУ НАЕК 027:2024.

Додатки: 1. СОУ НАЕК 027:2024 - в 1 примірнику;
2. СОУ НАЕК 050:2024 - в 1 примірнику.

З повагою

Заступник директора Департаменту
з питань безпеки ядерних установок–
начальник відділу експлуатаційної безпеки –
державний інспектор **Борис СТОЛЯРЧУК**

Володимир НАЗАРИНА 277-12-22

ДОКУМЕНТ СЕД Держатомрегулювання АСКОД
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000003953280 0AAFAD600
Підписувач Столярчук Борис Васильович
Дійсний з 24.07.2024 11:35:38 по 24.07.2026 11:35:38

Держатомрегулювання
15-23/9944-10083 від 12.08.2025