

Державне підприємство
«Національна атомна енергогенеруюча компанія
«Енергоатом»

ДП НАЕК "ЕНЕРГОАТОМ"
ФОНД
НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

**СТАНДАРТ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ
«ЕНЕРГОАТОМ»**

Технічне обслуговування та ремонт

**КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ.
МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ МОНОМЕТАЛІВ,
БІМЕТАЛІВ ТА АНТИКОРОЗІЙНИХ ПОКРИТТІВ**

СОУ НАЕК 028:2022

НАЕК
ОРГАНІЗАЦІЯ

Київ
2022

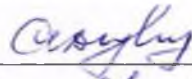
ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: відокремлений підрозділ «Атомремонтсервіс» ДП «НАЕК «Енергоатом»
- 2 РОЗРОБНИКИ: М. Логін, В. Кулаченков
- 3 ЗАТВЕРДЖЕНО: наказ ДП «НАЕК «Енергоатом» від _____ № _____
ПОГОДЖЕНО: лист Держатомрегулювання від 14.02.2023 № 15-23/2282-1860
- 4 ДАТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ:
- 5 НА ЗАМІНУ: СОУ НАЕК 028:2014 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий ультразвуковой. Методика измерения толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий»
- 6 ПЕРЕВІРКА: _____
- 7 КОД КНДК: 2.20.35
- 8 ПІДРОЗДІЛ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ СУПРОВІД НД: відділ з довгострокової експлуатації та управління старінням департаменту з довгострокової експлуатації інженерно-технічної дирекції виконавчої дирекції з виробництва та ремонтів ДП «НАЕК «Енергоатом»
- 9 МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОРИГІНАЛУ НД: відділ стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління

Цей стандарт заборонено повністю або частково відтворювати, тиражувати і розповсюджувати в комерційних цілях без згоди ДП «НАЕК «Енергоатом»

АРКУШ ПОГОДЖЕННЯ СОУ НАЕК 028:2022

Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний ультразвуковий.
Методика вимірювання товщини монометалів, біметалів та антикорозійних покриттів

Тимчасово виконуючий обов'язки першого віце-президента – технічного директора	лист № 01-5827/03-вих від 18.05.2022	Ю. Шейко
Т.в.о. заступника генерального інспектора – директора з нагляду за безпекою	службова записка № 01-576/26-СЗ від 16.05.2022	Д. Ксенофонов
Виконавчий директор з виробництва та ремонтів	службова записка № 01-1400/03-СЗ від 03.05.2022	Ю. Шейко
Директор з якості та управління	службова записка № 01-460/06-СЗ від 12.05.2022	Ю. Гашева
В.о. технічного директора - головного інженера ВП «Атомремонтсервіс»	 «26» _____ 2022	С. Дудкін
ВП ЗАЕС	лист від 17.12.2021 № 63-86-01/31150	
ВП РАЕС	лист від 29.12.2021 № 23 140/104	
ВП ХАЕС	лист від 19.01.2022 № 36-54/784	
ВП ЮУАЕС	лист від 15.12.2021 № 11/21735	

ЗМІСТ

1	Сфера застосування.....	1
2	Нормативні посилання.....	1
3	Терміни та визначення понять.....	3
4	Позначки та скорочення.....	3
5	Загальні положення.....	4
6	Кваліфікація персоналу.....	5
7	Вимоги безпеки.....	6
8	Засоби вимірювання товщини.....	7
9	Підготовка виробу до вимірювання товщини УЗ-методом.....	16
10	Налаштування УЗ-апаратури.....	17
11	Похибка вимірювань.....	20
12	Проведення вимірювань.....	21
13	Оформлення результатів вимірювань.....	24
	Додаток А. Методика визначення похибки вимірювання.....	26
	Додаток Б. Форма журналу обліку результатів вимірювання товщини ультразвуковим методом.....	30
	Додаток В. Бібліографія.....	31
	Аркуш реєстрації змін.....	32

**СТАНДАРТ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ
«ЕНЕРГОАТОМ»**

**Технічне обслуговування та ремонт
КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ.
МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ МОНОМЕТАЛІВ,
БІМЕТАЛІВ ТА АНТИКОРОЗІЙНИХ ПОКРИТТІВ**

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт встановлює технологію вимірювання товщини ультразвуковим методом (далі – УЗ-метод) монометалів, біметалів і антикорозійного покриття, що нанесені шляхом плакування або наплавлення матеріалів із сталей аустенітного класу на вироби зі сталей перлітного класу на етапах виготовлення, монтажу, експлуатації, ремонту, реконструкції та подовження строку експлуатації обладнання і трубопроводів АЕС України.

1.2 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для персоналу підрозділів, що входять до складу ДП «НАЕК «Енергоатом» (далі – Компанія) і виконують вимірювання товщини УЗ-методом монометалів, біметалів і антикорозійного покриття на обладнанні та трубопроводах атомних електростанцій.

1.3 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для внесення їх до тендерної документації та/або договір з підрядними організаціями, що виконують такий контроль на замовлення Компанії, 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 028 необхідно користуватися зміненим (заміненим) документом або положення СОУ НАЕК 028 застосовувати без врахування вимог документа, дію якого скасовано

ДСТУ 2865-94 «Контроль неруйнівний. Терміни та визначення»

ДСТУ 3321:2003 «Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять»

ДСТУ 2391:2010 «Система технологічної документації. Терміни та визначення основних понять»

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

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

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

ДСТУ EN 12668-1:2015 (EN 12668-1:2010, IDT) «Неруйнівний контроль. Характеристика і верифікація обладнання для ультразвукового контролю. Частина 1. Прилади»

ДСТУ EN 12668-2:2015 (EN 12668-2:2010, IDT) «Неруйнівний контроль. Характеристика і верифікація обладнання для ультразвукового контролю. Частина 2. Перетворювачі»

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

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

ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT) «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та еталонних лабораторій»

ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»

ОСТ 34-38-702-85 «Система технического обслуживания и ремонта оборудования электростанций. Основные понятия для АЭС. Термины и определения»

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 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями»

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

«Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів», затверджені наказом Міністерства енергетики України від 13.02.2012 № 91

СОУ НАЕК 078:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Документы технического контроля сварки, наплавки оборудования и трубопроводов АЭС. Виды, формы и правила оформления документов»

СОУ НАЕК 131:2016 «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 наплавки оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР. Технические требования»

ПЛ-Д.0.03.037-17 «Положення про порядок оцінювання та визнання вимірювальних можливостей вимірювальних підрозділів відокремлених підрозділів ДП «НАЕК «Енергоатом». Загальні вимоги, організація та порядок проведення»

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни, установлені в ДСТУ 2391: технологічна документація; ДСТУ 2865: зона контролю; ДСТУ 3321: конструкторська документація; ДСТУ 3761.2: наплавлення; ДСТУ 3761.3: зона сплавлення; ДСТУ 8733: несущість; ДСТУ ISO 9000: якість; ДСТУ EN ISO 5577: донний луна-сигнал, електромагнітний акустичний датчик, еталонний відбивач, еталонний зразок, контактне середовище, луна-імпульсний метод, луна-сигнал, номінальна частота, окремо-суміщений датчик; двоелементний датчик, перетворювач, п'єзоелектричний датчик, прямий датчик; нормальний датчик, похилий датчик, поверхня введення; поверхня сканування, розгортка типу А; А-скан, розгортка типу В; В-скан; ОСТ 34-38-702-85: обладнання АЕС; СОУ НАЕК 160: звітна документація.

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

3.1 корозія плямами

Місцева корозія металу у вигляді окремих плям ([1])

3.2 корозійна язва

Місьцеве корозійне руйнування, що має вигляд окремої раковини ([1])

3.3 кут введення датчика

Кут між віссю променя та нормаллю до поверхні введення для конкретного датчика (використовується в цьому стандарті)

3.4 номінальна товщина

Зазначена в кресленні (без урахування допусків) товщина основного металу деталі (виробу), антикорозійного покриття (наплавлень та плакування) (використовується в цьому стандарті)

3.5 плакування

Нанесення методом гарячої прокатки або пресування на поверхню металевих листів, плит, труб, дроту тонкого шару іншого металу або сплаву (наприклад, нанесення латунного покриття на сталеві листи) (використовується в цьому стандарті)

3.6 поверхня введення

Поверхня об'єкту контролю, через яку вводяться пружні коливання (використовується в цьому стандарті)

3.7 суміщений датчик

Датчик з одним активним елементом для передачі та приймання ультразвукових хвиль (використовується в цьому стандарті)

3.8 частота

Число повних коливань п'єзоелектричного перетворювача ПЕД за одиницю часу (використовується в цьому стандарті)

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АЕС	– атомна електрична станція
ДП «НАЕК «Енергоатом»	– державне підприємство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

КД	– конструкторська документація
НД	– нормативний документ
ВП	– відокремлений підрозділ
ПЕД	– п'єзоелектричний датчик
СП	– скануючий пристрій
ТД	– технологічна документація
УЗ	– ультразвуковий
УЗТ	– ультразвукова товщинометрія
ЕМА	– електромагнітний акустичний

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Вимірювання товщини УЗ-методом застосовується в місцях, недоступних для вимірювання товщини механічним вимірювальним інструментом (типу штангенциркуля, мікрометричного або індикаторного глибиноміра тощо).

5.2 Вимірювання товщини УЗ-методом виконуються, як правило, на еквідистантних (рівновіддалених) поверхнях або ділянках поверхонь.

5.3 Необхідність проведення вимірювань товщини УЗ-методом, обсяг вимірювань, конкретні точки для вимірювань і критерії оцінки результатів (значення мінімально допустимих товщин) повинні бути наведені в КД і ТД.

5.4 КД і ТД, що містить вимогу вимірювання товщини УЗ-методом, повинна бути узгоджена з підрозділом контролю металу Компанії з метою:

- оцінки технічної можливості вимірювання товщини із заданою похибкою;
- оцінки правильності формулювання вимог до вимірювання товщини;
- проведення своєчасної підготовки виробництва (розробка технологічних карт вимірювання товщини, виготовлення зразків, пристосувань тощо).

5.5 Похибка вимірювань визначається при довірчій ймовірності $P = 0,95$. Необхідність оцінки похибки при більш високому значенні довірчої ймовірності повинна бути вказана в КД і ТД.

5.6 Оцінка придатності виробу за фактичними показниками приладу (без урахування похибки) проводиться, якщо виконується одна з таких умов:

5.6.1 Похибка вимірювань не перевищує 35 % половини поля допуску на контрольований розмір; при односторонньому відхиленні значень поля допуску (окремо по нижньому або верхньому відхиленню) похибка вимірювань не перевищує 35 % відповідного граничного відхилення.

5.6.2 В КД і ТД вказано граничне значення вимірюваної (мінімально допустиме значення) товщини.

5.6.3 Якщо встановлена похибка вимірювання перевищує значення, зазначені в 5.6.1 цього стандарту, і немає можливості застосувати більш точний засіб вимірювання, то призначаються скорочені приймальні межі, зміщення яких визначається за формулою (1).

$$\Delta = (\delta) - 0,35 (\Delta_n + \Delta_v) / 2 \quad (1)$$

де δ - похибка методу вимірювання, визначена за методикою, викладеною в додатку А цього стандарту;

Δ_n та Δ_v - нижнє і верхнє відхилення від номінального розміру.

5.7 Якщо умови 5.6.1 - 5.6.3 не виконуються, а також у випадках, коли КД передбачає факультативне вимірювання товщини УЗ-методом або метод вимірювання не зазначений, оцінка придатності виробу не проводиться.

5.8 Вимірювання товщини виконується дискретно - в окремих точках або безперервно вручну, або за допомогою СП.

5.9 КД і ТД, що передбачають вимірювання товщини УЗ-методом, повинні включати схему розмітки виробу на точки (для дискретних вимірювань), в яких необхідно проводити вимірювання. Схема розмітки повинна мати прив'язку початку відліку.

5.10 КД і ТД, що передбачають вимірювання товщини УЗ-методом, повинні містити такі операції:

- а) розмітка виробу з нумерацією точок вимірювання (для дискретних вимірювань);
- б) підготовка поверхні;
- в) перевірка якості підготовки поверхні для проведення контролю;
- г) оцінка похибки вимірювання (в разі, якщо довірна ймовірність буде відрізнятися від 0,95);
- д) вимірювання товщини.

5.11 Оцінка похибки вимірювання для однотипних виробів приймається відповідно до розділу 11 цього стандарту.

5.12 На підставі цього стандарту повинні бути розроблені технологічні карти вимірювання товщини.

5.13 На декілька виробів може бути складена одна технологічна карта вимірювання товщини, якщо виконуються такі умови:

- а) вироби виготовлені зі сталі або сплаву однакової марки та піддалися однакового виду пластичної деформації;
- б) поверхні виробів в точках вимірювання мають однакове значення шорсткості поверхні;
- в) діапазон вимірюваних товщин відповідає характеристикам датчика.

5.14 Технологічна карта вимірювання товщини повинна мати порядковий номер і містити:

- ідентифікаційні дані об'єкту контролю (найменування виробу, номер креслення, позначення контрольованого об'єкту або антикорозійного покриття тощо);
- схему розмічання виробу для вимірювання товщини;
- позначення марки сталі, а для наплавлення - марки зварювальних матеріалів, число шарів;
- інформацію про застосовувані засоби контролю;
- якість підготовки контрольованої поверхні;
- документ з контролю і забезпечення якості (вказівка про оцінку придатності виробу).

6 КВАЛІФІКАЦІЯ ПЕРСОНАЛУ

6.1 До робіт з вимірювання товщини УЗ-методом монометалів, біметалів і антикорозійного покриття допускається персонал з неруйнівного контролю, який пройшов перевірку знань з питань правил охорони праці, пожежної безпеки, радіаційної безпеки, технічної експлуатації, норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки (в обсязі посадових (робочих) інструкцій та кваліфікаційних характеристик),

теоретичну і практичну підготовку з вимірювання товщини УЗ-методом, і атестований відповідно до вимог СОУ НАЕК 131.

6.2 До робіт з вимірювання товщини УЗ-методом допускаються особи не молодше 18 років, що мають середню, середньо-спеціальну або вищу освіту та отримали позитивний висновок за результатами медичного обстеження.

6.3 Теоретична і практична підготовка персоналу з неруйнівного контролю для вимірювання товщини УЗ-методом проводиться за програмами підготовки до атестації контролерів ДП «НАЕК «Енергоатом».

6.4 Персонал з неруйнівного контролю має право проводити вимірювання товщини УЗ-методом монометалів, біметалів і антикорозійного покриття на обладнанні та трубопроводах за умови наявності у нього посвідчень встановленої форми на право проведення вимірювання товщини УЗ-методом. При цьому постійно діюча атестаційна комісія ВП повинна провести додаткову перевірку практичних навичок для персоналу з неруйнівного контролю, який залучається від сторонніх організацій (організацій, що не є структурними підрозділами ДП «НАЕК «Енергоатом») для проведення контролю при експлуатації з оформленням результатів.

6.5 До виконання робіт з вимірювання товщини з оцінкою якості за результатами вимірювання товщини УЗ-методом монометалів, біметалів і антикорозійного покриття на обладнанні та трубопроводах АЕС допускається персонал з неруйнівного контролю, який має кваліфікацію не нижче Рівня II згідно вимог СОУ НАЕК 131.

7 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

7.1 При виконанні робіт з вимірювання товщини УЗ-методом необхідно дотримуватись вимог НПАОП 0.00-1.71-13.

7.2 При експлуатації УЗ-апаратури, яка представляє собою переносні електроприймачі, необхідно дотримуватись вимог НПАОП 40.1-1.21-98, ДСН 3.3.6.037-99 і «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів».

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

7.4 При використанні на ділянці контролю підйомних механізмів повинні бути враховані вимоги НПАОП 0.00-1.80-18.

7.5 До робіт з УЗ-апаратурою допускаються особи, які пройшли інструктаж і мають I кваліфікаційну групу з електробезпеки для приладів з автономним живленням і II кваліфікаційну групу для приладів з живленням від мережі 220 В.

7.6 Вимірювання товщини УЗ-методом рекомендується виконувати бригадою не менше ніж з двох осіб.

7.7 Роботи з вимірювання товщини УЗ-методом на обладнанні та трубопроводах виконуються за нарядом-допуском або розпорядженням в установленому у ВП порядку.

7.8 При вимірюванні товщини УЗ-методом на відстані менше 10 метрів від місць виконання зварювальних, шліфувальних, обрубочних тощо робіт, робоче місце персоналу з неруйнівного контролю має бути огорожено захисним екраном.

Забороняється застосовувати оливу в якості контактної рідини при проведенні контролю на відстані менше 3 метрів від місця кисневого різання, зварювання, а також в приміщенні, де знаходяться кисневі балони.

При контролі об'єктів, робочим середовищем яких є кисень, в якості контактного середовища необхідно застосовувати рідини на основі декстрину або

шпалерного клею, спеціальні гелі, що не мають в своєму складі компонентів, які при контакті з киснем утворюють легкозаймисті та вибухонебезпечні сполуки.

7.9 При виявленні несправності УЗ-апаратури роботи з вимірювання товщини УЗ-методом необхідно припинити і відключити УЗ-апаратуру.

7.10 При використанні електромагнітно-акустичного товщиноміру слід пам'ятати, що в ЕМА-датчику вбудовані постійні магніти та необережне встановлення ЕМА-датчика на об'єкт контролю може призвести до травм. Під час застосування цих приладів, щоб уникнути удару за рахунок сильного магнітного тяжіння, необхідно встановлювати ЕМА-датчик на об'єкт контролю з феромагнітного матеріалу під кутом 45° , протидіючи силі тяжіння. Для забезпечення відриву ЕМА-датчика його необхідно попередньо нахилити під кутом 45° . Слід уникати випадкового наближення ЕМА-датчика до об'єктів з феромагнітних матеріалів, тому що це може призвести до травм.

8 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ

8.1 Загальні положення

Вимірювання товщини допускається проводити за допомогою УЗ-апаратури, що використовує різні способи генерації поздовжніх і зсувних ультразвукових хвиль (п'єзоелектричний чи електромагнітно-акустичний).

Для вимірювання товщини рекомендується застосовувати УЗ-апаратуру з цифровою індикацією результатів вимірювань, а також таку, яка має функцію побудови розгортки типу А- (В-скан) з можливістю запам'ятовування і виведення результатів вимірювань на персональну електронно-обчислювальну машину для створення баз даних вимірювання товщини.

8.2 УЗ-апаратура

8.2.1 Для вимірювання товщини слід застосовувати таку УЗ-апаратуру, що працює в діапазоні частот від 0,5 МГц до 20,0 МГц:

- цифрові УЗ-товщиноміри з цифровою індикацією результатів вимірювань, а також такі, які мають функцію побудови розгортки типу А-скан;
- п'єзоелектричні датчики з можливістю підключення до вибраного типу дефектоскопа;
- УЗ-товщиноміри в комплекті з СП, призначені для безперервного вимірювання товщини в режимі «Рельєф»;
- цифрові УЗ-дефектоскопи, що працюють в режимі товщинометрії.

8.2.2 Ультразвукова апаратура (УЗ-товщиноміри та УЗ-дефектоскопи) повинна відповідати вимогам ДСТУ EN 12668-1.

Примітка. Допускається використання УЗ-товщиномірів та УЗ-дефектоскопів, які метрологічно забезпечені, тобто мають методики та проходять періодичне метрологічне підтвердження у ВП.

8.2.3 Діапазон застосування УЗ-апаратури по мінімальних і максимальних геометричних розмірах (товщина стінки, радіус кривизни) визначається параметрами конкретної апаратури або встановлюється експериментально.

8.2.4 УЗ-апаратура повинна проходити періодичне метрологічне підтвердження з міжповірочним інтервалом 1 раз на 12 місяців та мати дійсні свідоцтва про відомчу метрологічну повірку, видані метрологічними службами ДП «НАЕК «Енергоатом», які пройшли процедуру оцінювання та визнання вимірювальних, повірочних, еталонних можливостей (відповідно до

ПЛ-Д.0.03.037-17) або лабораторіями, акредитованими відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025.

8.3 Датчики

8.3.1 Для вимірювання товщини слід застосовувати похилі, прямі, суміщені або окремо-суміщені датчики з протектором в діапазоні частот від 0,8 МГц до 15,0 МГц.

8.3.2 Вибір датчиків для вимірювання товщини виробу проводиться відповідно до діапазону вимірюваних товщин, зазначених в паспорті ПЕД, з урахуванням 8.2.3.

8.3.3 П'єзоелектричні датчики повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 12668-2.

8.4 Кабелі

Кабелі, що підключаються до УЗ-апаратури і датчиків, повинні мати роз'єми і тип, зазначені в настанові з експлуатації на устаткування, а також довжину, що забезпечує працездатність УЗ-апаратури.

8.5 Контактне середовище

8.5.1 Підготовлені для роботи поверхні необхідно перевірити на відповідність вимогам розділу 9 цього стандарту й безпосередньо перед проведенням контролю ретельно протерти ганчіркою і покрити шаром акустичного контактного середовища.

8.5.2 Контактне середовище повинне мати достатню змочуваність, в'язкість і однорідність, бути прозорим для ультразвуку в робочому діапазоні частот, легко видалятися з поверхні, бути нешкідливим для персоналу з неруйнівного контролю і не викликати корозію контрольованої поверхні.

8.5.3 В якості контактного середовища застосовують рідкі технічні оливи, гліцерин тощо.

При великій кривизні поверхні контрольованого виробу слід використовувати контактне середовище більш густої консистенції.

8.5.4 Речовини, що входять до складу контактного середовища, і безпосередньо контактне середовище не є дефектоскопічним матеріалом і вхідному контролю не підлягають.

8.6 Зразки

Для налаштування УЗ-апаратури використовуються еталонні зразки таких типів:

8.6.1 Т1 (рис.1) - для налаштування тривалості розгортки УЗ-апаратури при вимірюванні товщини монометалу і біметалу;

8.6.2 Т2 (рис.2) - для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини монометалу;

8.6.3 ТБ 1 (рис.3) - для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини біметалу;

8.6.4 ТН1 (рис.4) - для налаштування тривалості розгортки УЗ-апаратури при вимірюванні товщини антикорозійного покриття з боку основного металу;

8.6.5 ТН2 (рис.5) - для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини антикорозійного покриття з боку покриття;

8.6.6 ТН3 (рис.6) - для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини

антикорозійного покриття, як з боку основного металу, так і з боку покриття;

8.6.7 ТН1 (рис.7) - для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини плакувального шару біметалевих труб похилими ПЕД;

8.6.8 Еталонний зразок може поєднувати функції згідно з 8.6.3 і 8.6.4. У цьому випадку він позначається ТБ1Н1.

Примітка. При виготовленні еталонного зразка типу ТН положення межі сплавлення визначається УЗ-методом за номінальним значенням відстані до відповідного луна-сигналу;

8.6.9 При вимірюванні товщини труб і згинів із зовнішнім діаметром < 100 мм еталонний зразок рекомендується виконувати у вигляді фрагментів цих виробів (рис.8);

8.6.10 Для отримання високих точностних показників вимірювання в КД і ТД може бути передбачено виготовлення еталонного зразка безпосередньо з контрольованої заготовки з урахуванням 8.6.9;

8.6.11 Можливе застосування фрагментів еталонних зразків за 8.6.4 і 8.6.5. При цьому глибина пазів або висота ступенів вибираються виходячи з товщини контрольованого покриття. Позначення типу еталонного зразка (ТН1 або ТН2) зберігається;

8.6.12 Допускається застосування інших еталонних зразків за умови виконання вимог, зазначених в 8.7 та 8.8 цього стандарту.

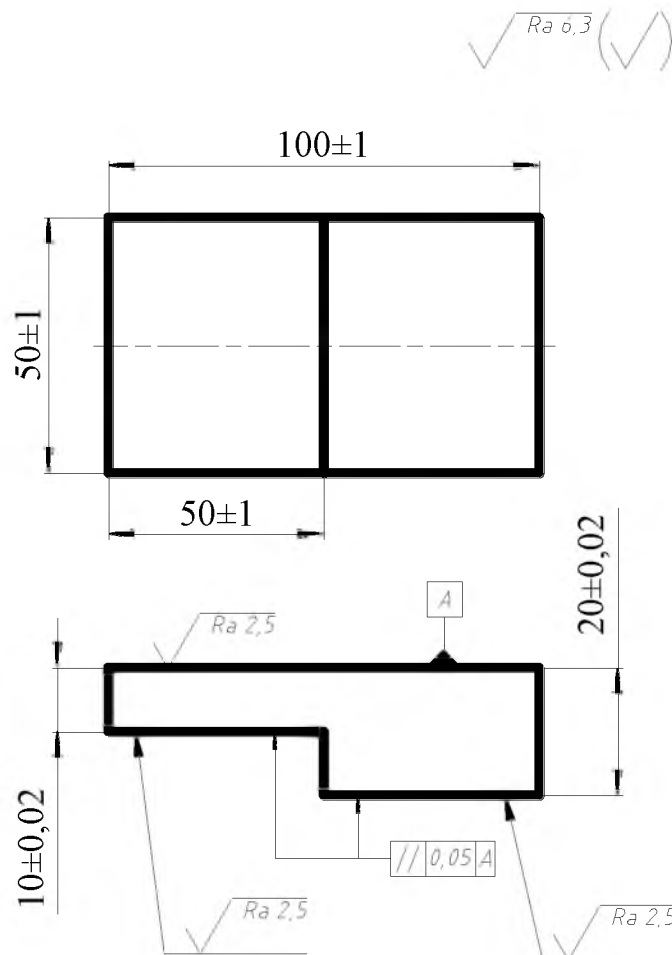
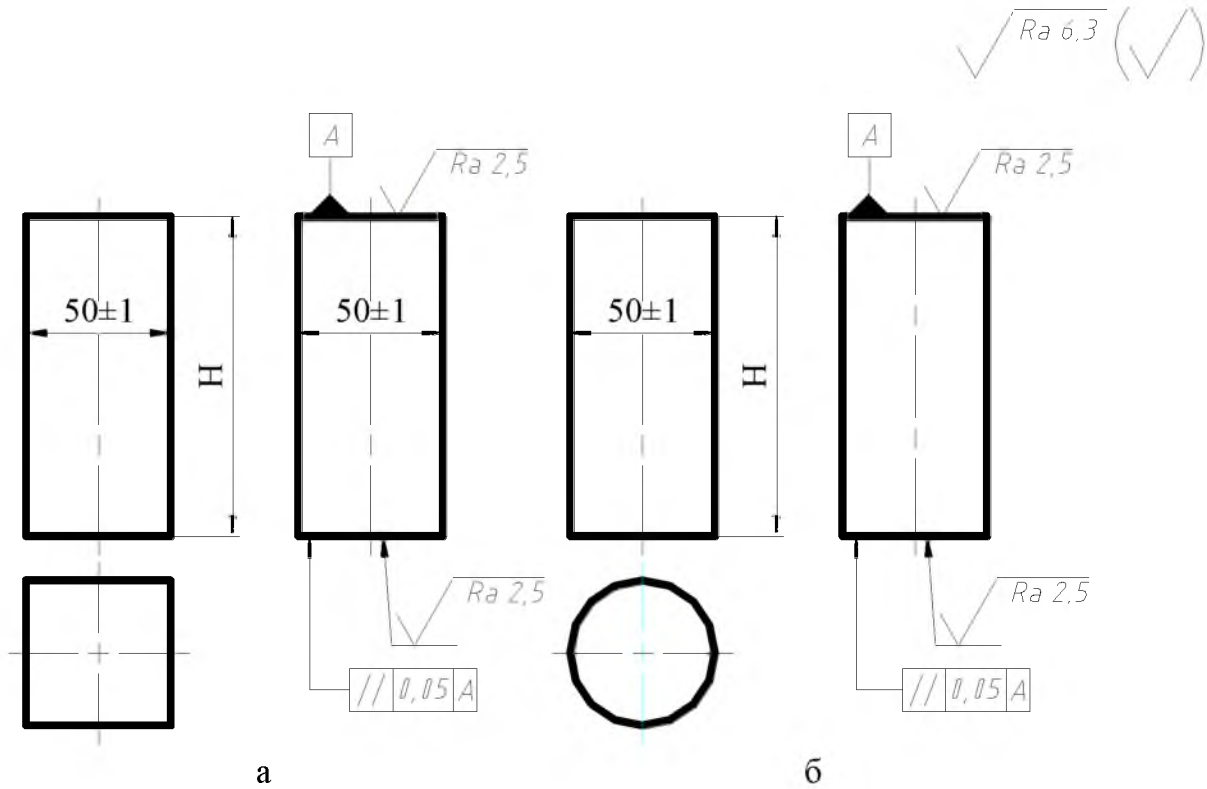
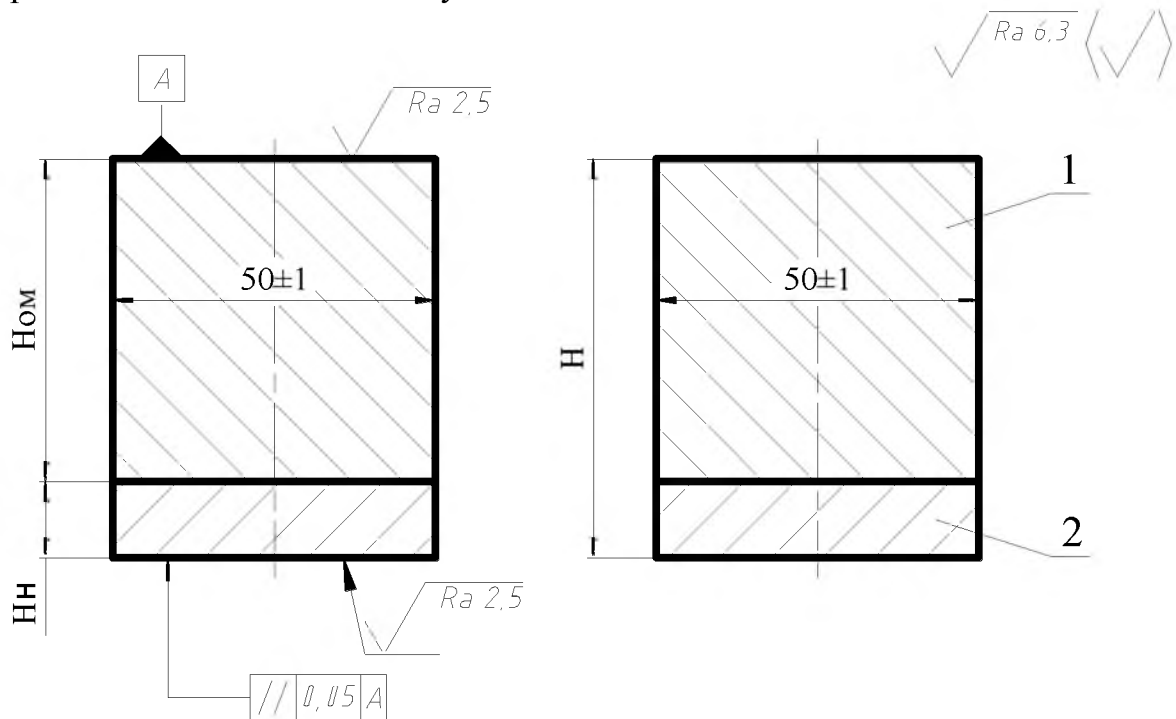


Рисунок 1 - Еталонний зразок тип Т1 для налаштування тривалості розгортки УЗ-апаратури при вимірюванні товщини монометалу і біметалу



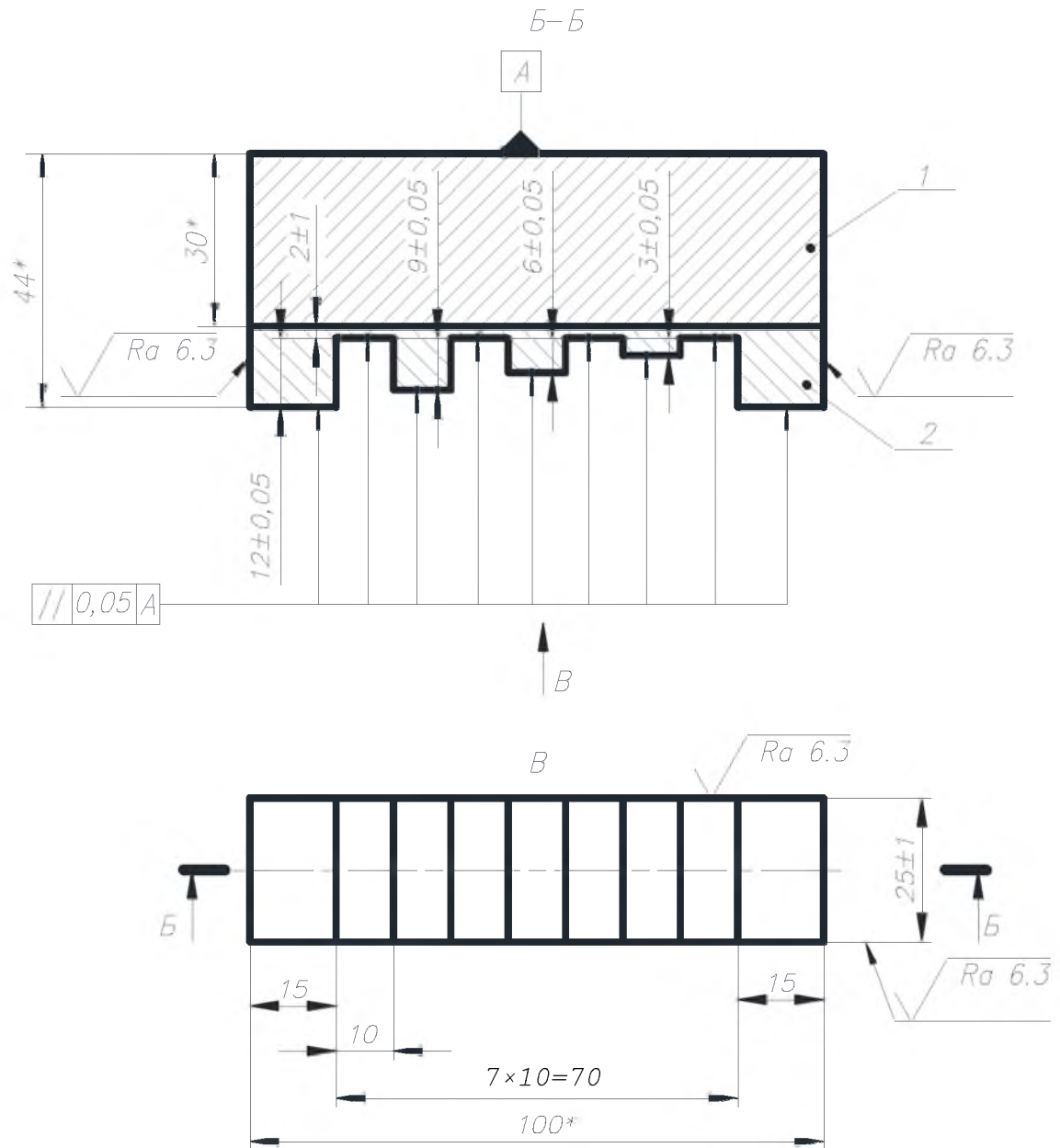
а - варіант 1; б - варіант 2 (варіанти 1 і 2 рівнозначні); $H = (1 \pm 0,1) \cdot H_0$, де H_0 - номінальна товщина контролюваного виробу

Рисунок 2 - Еталонний зразок тип Т2 для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини монометалу



1 - основний метал; 2 - антикорозійне покриття; $H = (1 \pm 0,1) \cdot H_0$; $H_{ом} = (1 \pm 0,1) \cdot H_{ом0}$; $H_н = H_{нmin} + 2$ мм, де H_0 , $H_{ом0}$ - номінальні значення товщини біметалу і основного металу відповідно; $H_{нmin}$ - мінімальна товщина антикорозійного покриття

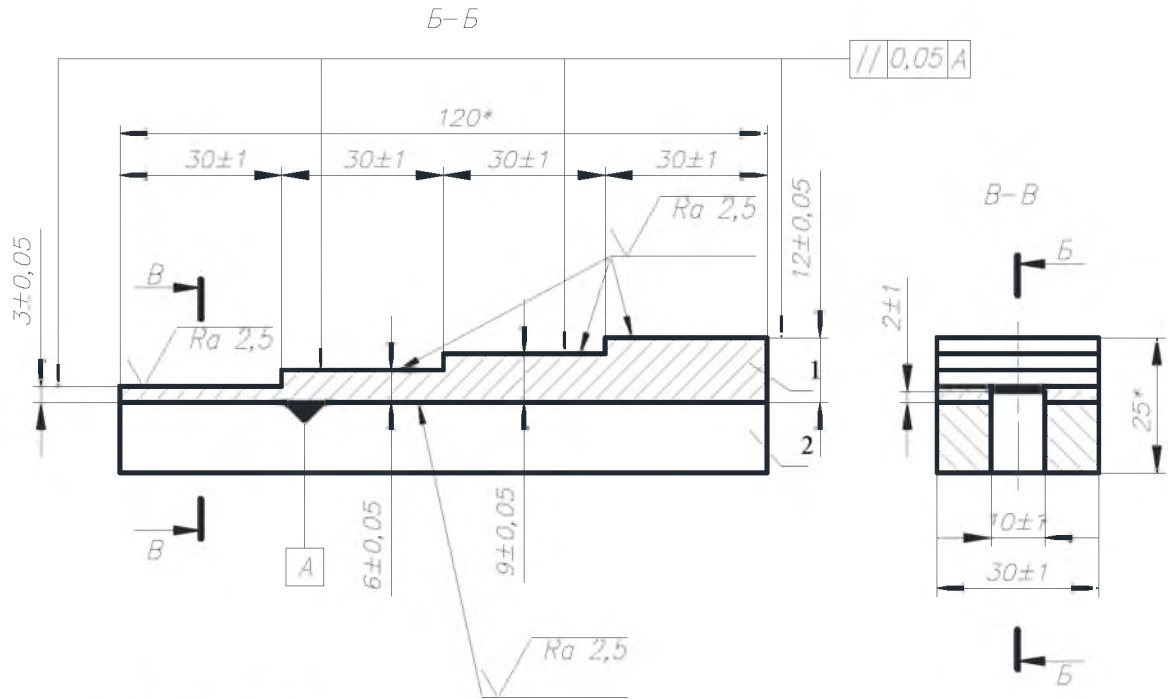
Рисунок 3 - Еталонний зразок тип ТБ1 для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини біметалу



Допуск на розміри 15 і 10 становить $\pm 2,0$; * - розмір для довідки.

1 - основний метал; 2 - антикорозійне покриття

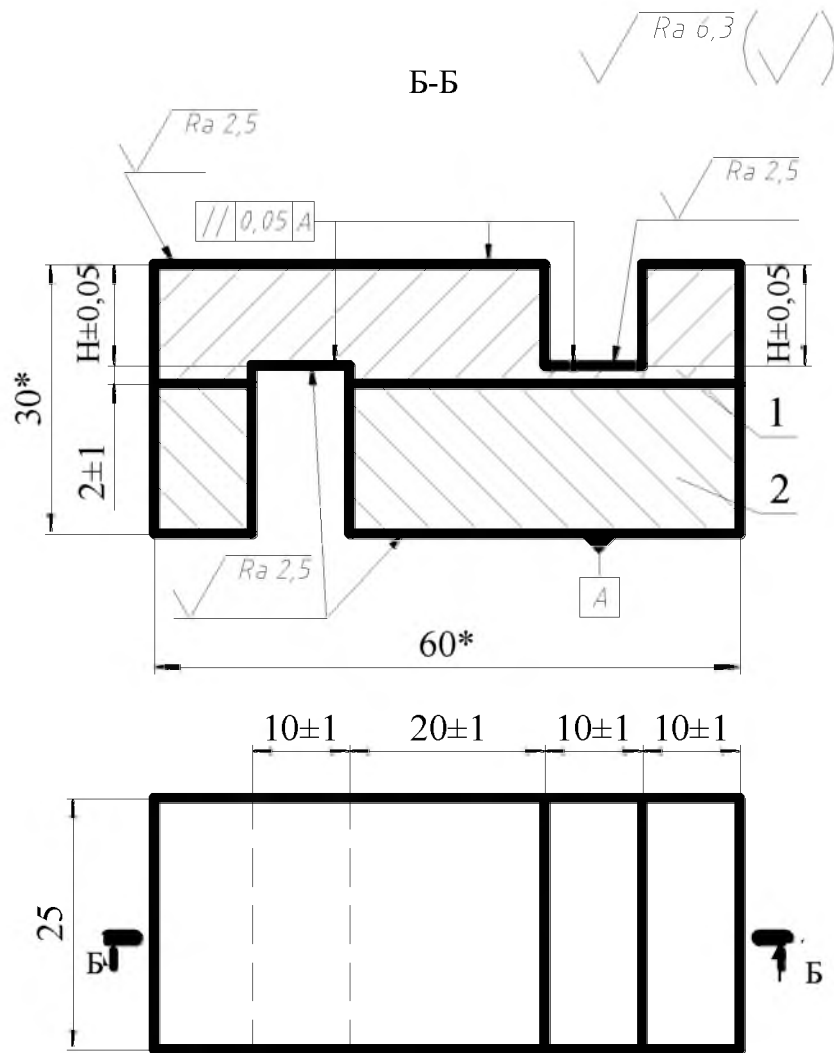
Рисунок 4 - Еталонний зразок тип ТН1 для налаштування тривалості розгортки УЗ-апаратури при вимірюванні товщини антикорозійного покриття з боку основного металу.



* - розмір для довідки

1 - антикорозійне покриття; 2 – основний метал

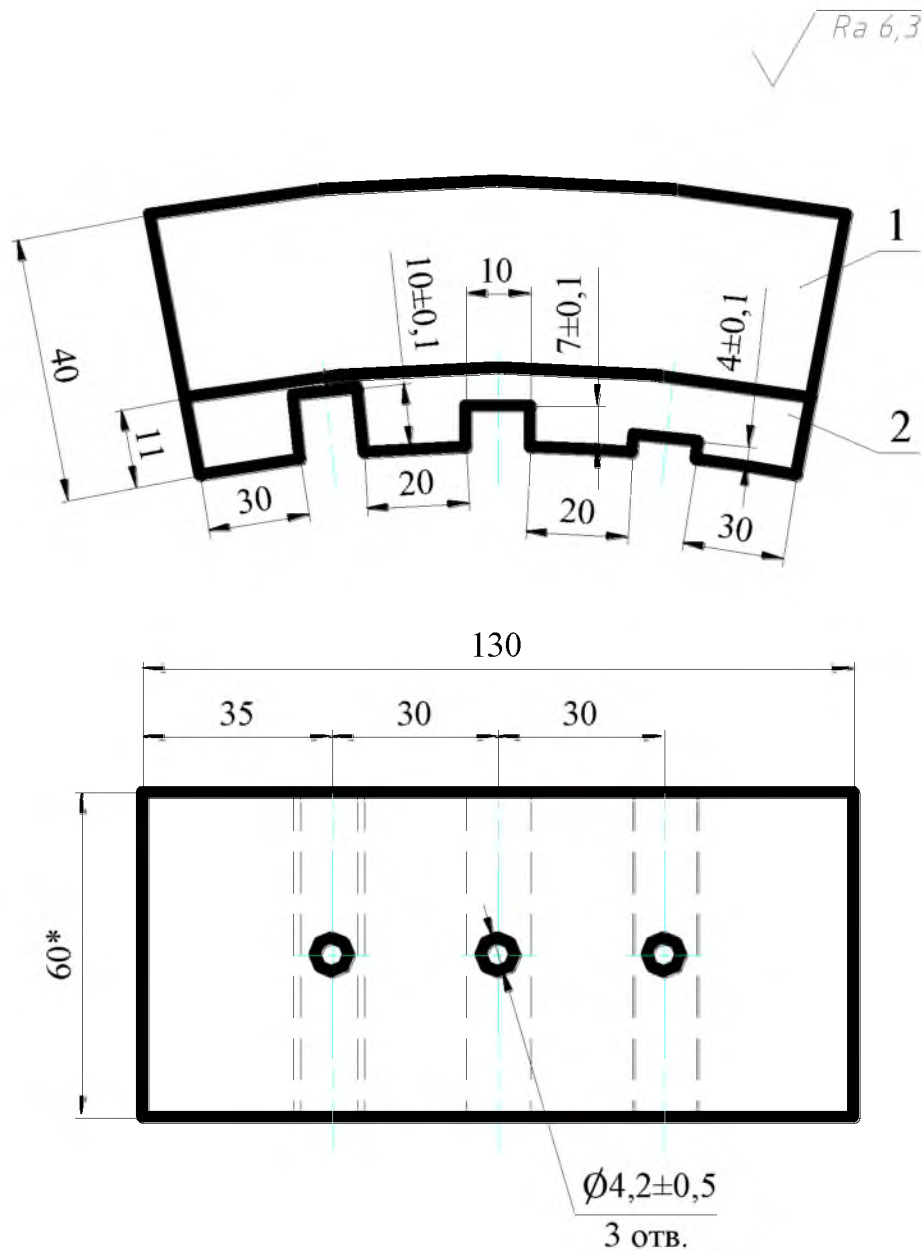
Рисунок 5 - Еталонний зразок тип TH2 для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини антикорозійного покриття з боку покриття



* - розмір для довідки

1 - антикорозійне покриття; 2 - основний метал; $H = H_n \pm 1$, де H_n - номінальна товщина антикорозійного покриття

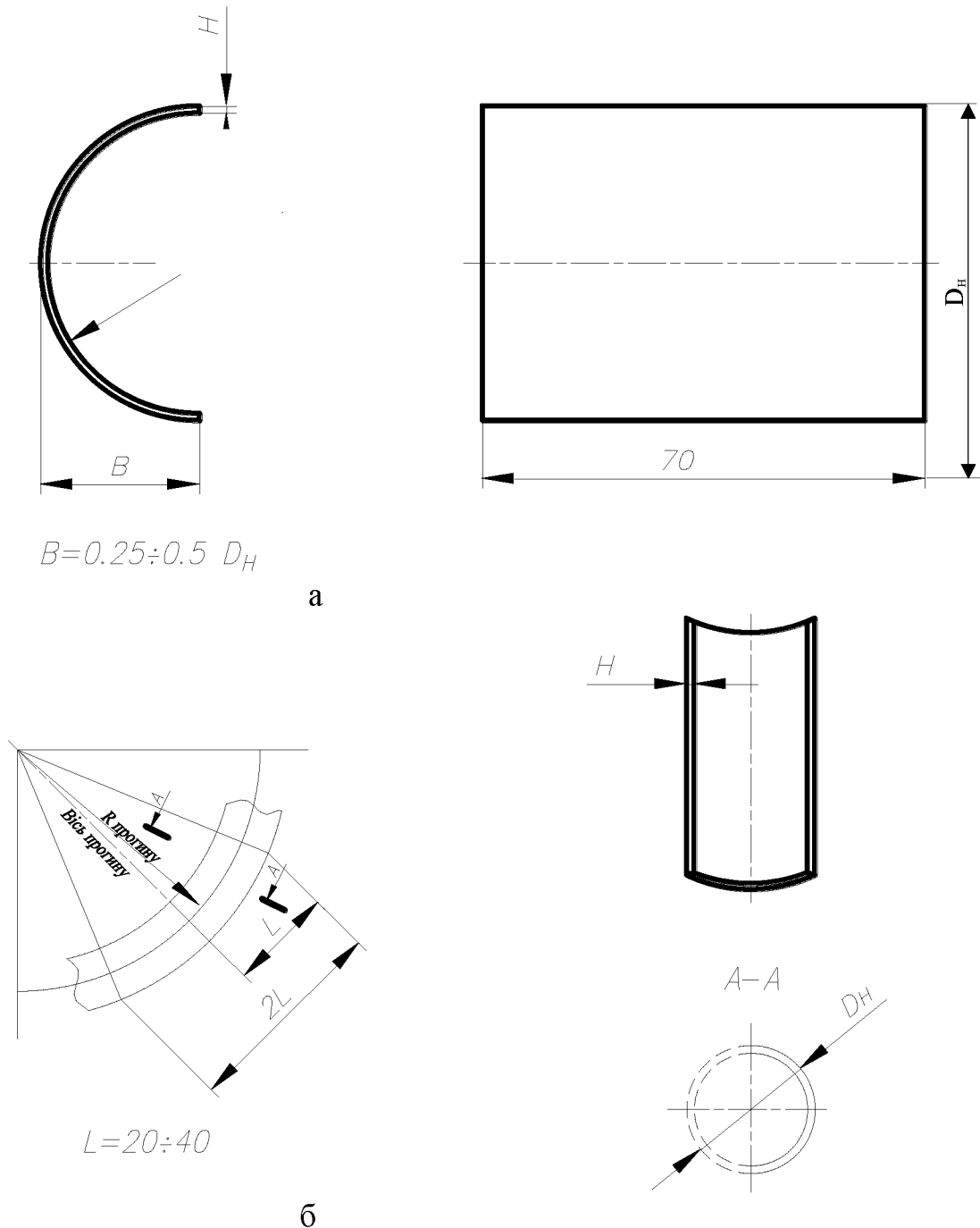
Рисунок 6 - Еталонний зразок тип ТНЗ для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини антикорозійного покриття як з боку основного металу, так і з боку покриття



1 - основний метал; 2 - плакований шар;

* - при УЗ-товщинометрії похилими датчиками ширина зразка 150 мм

Рисунок 7 - Еталонний зразок тип ТНН1 для налаштування УЗ-апаратури при вимірюванні товщини плакувального шару біметалевих труб похилим ПЕД (у еталонному зразку допускається виготовляти пази або плоскодонні відбивачі. Глибина розташування дна отворів повинна бути такою самою, як глибина пазів)



а - відрізок труби; б - ділянка згину труби

Рисунок 8 - Еталонний зразок у вигляді фрагментів виробів

8.7 Вимоги до еталонних зразків

8.7.1 Еталонні зразки повинні бути виконані з того ж матеріалу, а для еталонних зразків з антикорозійними покриттями й за тією ж технологією, мати таку саму шорсткість поверхні, що й контрольований виріб. У них повинні бути відсутні несущальності, які виявляються методами УЗК.

Допускаються такі відмінності за властивостями зразка:

- за швидкістю звуку..... $\pm 5 \%$;
- за характеристичним імпедансом..... $\pm 5 \%$;
- за коефіцієнтом затухання..... $\pm 20 \%$;
- за параметром шорсткості R_a поверхні введення..... $2,5 \text{ мкм}$;
- за донними луна-сигналами при однаковій товщині..... 4 дБ .

При виконанні останньої вимоги затухання не перевіряється.

Ширина еталонного зразку повинна бути більше розміру датчика і забезпечувати відсутність впливу відбиття від бічних поверхонь на амплітуду луна-сигналу від еталонного відбивача.

8.7.2 Еталонні зразки повинні проходити періодичне метрологічне підтвердження з міжповірочним інтервалом 1 раз на 12 місяців та мати дійсні свідоцтва про відомчу метрологічну повірку, видані метрологічними службами ДП «НАЕК «Енергоатом» або лабораторіями, акредитованими відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025.

8.7.3 При відомчій метрологічній повірці перевіряються такі параметри: стан і шорсткість робочих поверхонь (тих поверхонь, на які встановлюється ПЕД при вимірюванні, і поверхонь, що відбивають звук) і відстань між робочими поверхнями (товщина).

8.7.4 Кожен еталонний зразок повинен мати маркування, яке вказує його тип, реєстраційний номер і товщини, за якими проводиться налаштування.

8.7.5 У заводському паспорті на еталонний зразок повинні вказуватися тип, реєстраційний номер зразка, його призначення, швидкість розповсюдження ультразвукових коливань, результати метрологічного підтвердження. Паспорт підписується метрологом та керівником виробника. Разом із заводським паспортом, як невід'ємна його частина, повинен вестися метрологічний паспорт, що оформлюється та заповнюється відповідно до процедур метрологічної служби ВП.

9 ПІДГОТОВКА ВИРОБУ ДО ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ УЗ-МЕТОДОМ

9.1 Вимірювання товщини УЗ-методом, в загальному випадку, проводяться при температурі навколишнього повітря та поверхні виробу від $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

9.2 Проводиться розміщення і нумерація точок (при дискретному вимірюванні) відповідно до технологічної карти вимірювання товщини. Розмітка повинна бути виконана так, щоб вона не заважала вимірюванню і не стиралася при здійсненні процесу вимірювання. Наприклад, розмітка може бути виконана за допомогою маркувального фломастера.

9.3 Для вимірювання товщини основного металу готується ділянка розміром $30\text{ мм} \times 30\text{ мм}$ з центром в точці вимірювання.

9.4 Для вимірювання товщини антикорозійного покриття прямими і окремо-суміщеними ПЕД готується ділянка розміром $50\text{ мм} \times 50\text{ мм}$. При використанні похилих ПЕД розмір ділянки $40\text{ мм} \times 3,4 \cdot H$ з центром в точці вимірювання, де H - товщина виробу, мм. Більший розмір ділянки на криволінійних поверхнях - уздовж прямолінійної твірної паралельно до напрямку наплавлення.

9.5 Підготовлена ділянка повинна бути вільна від забруднень, окалини, що відшаровується, або фарби. Шорсткість поверхні виробу з боку введення УЗ-коливань повинна бути не більше $R_a = 6,3\text{ мкм}$ ($R_z = 40\text{ мкм}$).

9.6 Допускається проводити вимірювання товщини стінки посудин і трубопроводів, наповнених водою.

9.7 При вимірюванні товщини УЗ-методом на ділянках зачищення поверхневих несучільностей в місці максимальної глибини вибірки для встановлення ПЕД повинна бути підготовлена плоска ділянка діаметром не менше контактної поверхні ПЕД, паралельна поверхні виробу. У деяких випадках вимірювання може бути виконано зі сторони, протилежній вибірці.

9.8 Якщо вибірка має крутий профіль, і забезпечити пласку ділянку для встановлення ПЕД неможливо, то слід виміряти товщину в точках навколо вибірки. Глибина вибірки вимірюється мікрометричним або індикаторним глибиноміром. Товщина виробу в місці вибірки обчислюється як різниця між його мінімальною товщиною навколо вибірки за даними вимірювань УЗ-методом і максимальною глибиною вибірки за результатами вимірювання мікрометричним або індикаторним глибиноміром. Похибка цього вимірювання приймається рівною похибці УЗТ, визначеної відповідно до додатку А.

9.9 Вироби пред'являються на контроль в порядку, прийнятому у ВП.

9.10 Підготовка виробу до вимірювання товщини УЗ-методом, створення необхідних умов для його виконання (установка риштувань, зняття тепло- та гермоізоляції, очищення, знежирення тощо), а також видалення контактної середовища після проведення вимірювання не входить в обов'язки персоналу з неруйнівного контролю.

9.11 У разі використання електромагнітно-акустичного товщиноміра спеціальні заходи з підготовки поверхні для проведення контролю не потрібні.

10 НАЛАШТУВАННЯ УЗ-АПАРАТУРИ

10.1 Налаштування УЗ-апаратури включає дві операції:

- встановлення нуля або налаштування затримки розгортки;
- налаштування на швидкість звуку у виробі.

10.2 Налаштування на швидкість звуку у виробі проводиться:

- 1) для монометалу - за зразком типу Т1 (рис.1);
- 2) для біметалів - за зразком типу ТБ1 (рис.3);
- 3) для антикорозійного покриття при вимірюванні з боку основного металу - за зразками типів ТН1 або ТН3 (рис.4 або рис.6);
- 4) для антикорозійного покриття при вимірюванні з боку покриття - за зразками типів ТН2 або ТН3 (рис.5 або рис.6);
- 5) для плакувального шару біметалевих труб похилим ПЕД - за зразком типу ТНН1 (рис.7).

10.2.1 Налаштування на швидкість звуку у виробі полягає в такому регулюванні УЗ-апаратури, щоб:

- відстань між луна-сигналами на екрані УЗ-апаратури від сходинок 10 мм і 20 мм зразка типу Т1 (рис.1) становила 10,0 мм;
- відстань між першим і другим донними луна-сигналами із зразка типу ТБ1 (рис.9, а) становила Н;
- відстань між першим і другим донними луна-сигналами ступеня зразка типу ТН2 або покриття під пазом зразка типу ТН3 (рис.9, б) відповідала товщині покриття на даній ділянці зразка;
- відстань між луна-сигналами від западини і виступу зразків типів ТН1, ТН3 або ТНН1 (рис.10, 11) відповідала глибині паза.

10.3 Встановлення нуля і налаштування затримки розгортки проводиться відповідно до інструкції з експлуатації УЗ-апаратури.

10.3.1 Встановлення нуля або налаштування затримки розгортки УЗ-апаратури виконується:

- 1) для монометалів - за зразком типу Т2 (рис.2) або за зразками вмонтованими в корпус УЗ-апаратури;

- 2) для біметалів - за зразком типу ТБ1 (рис.3);
- 3) для антикорозійного покриття з боку основного металу - за донним луна-сигналом у виробі;
- 4) для антикорозійного покриття при вимірюванні з боку покриття - за зразками типів ТН2 або ТН3 (рис.5 або рис.6);
- 5) для антикорозійного шару біметалевих труб похилим ПЕД - за зразком типу ТНН1 (рис.7).

Примітка. Операції за 10.3.1, 1) і 2) допускається проводити по ділянці виробу, доступній прямому вимірюванню з похибкою, що не перевищує $\pm 0,05$ мм.

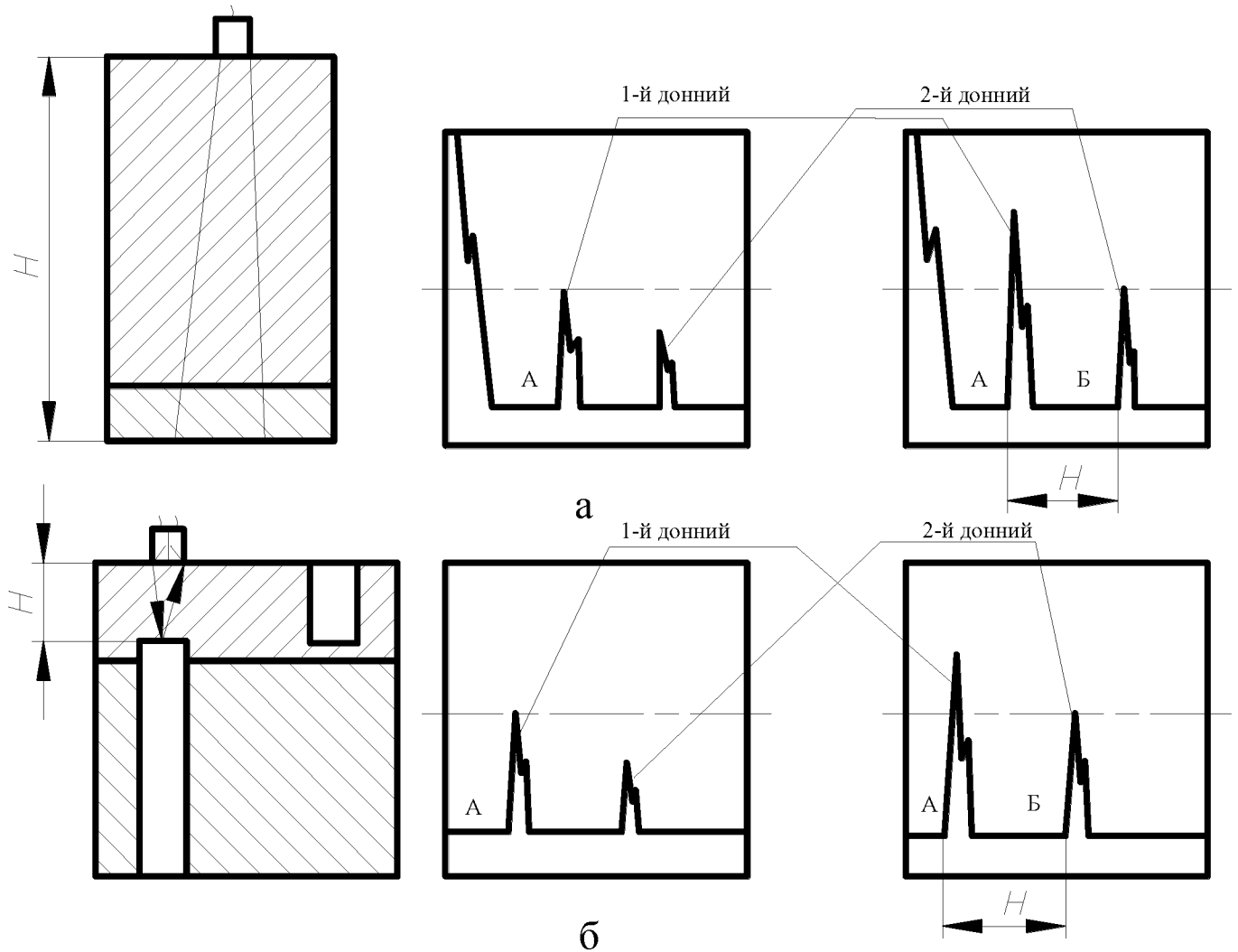


Рисунок 9 - Схема налаштування на швидкість звуку у виробі за зразками типів ТБ1 (а) і ТН3 (б)

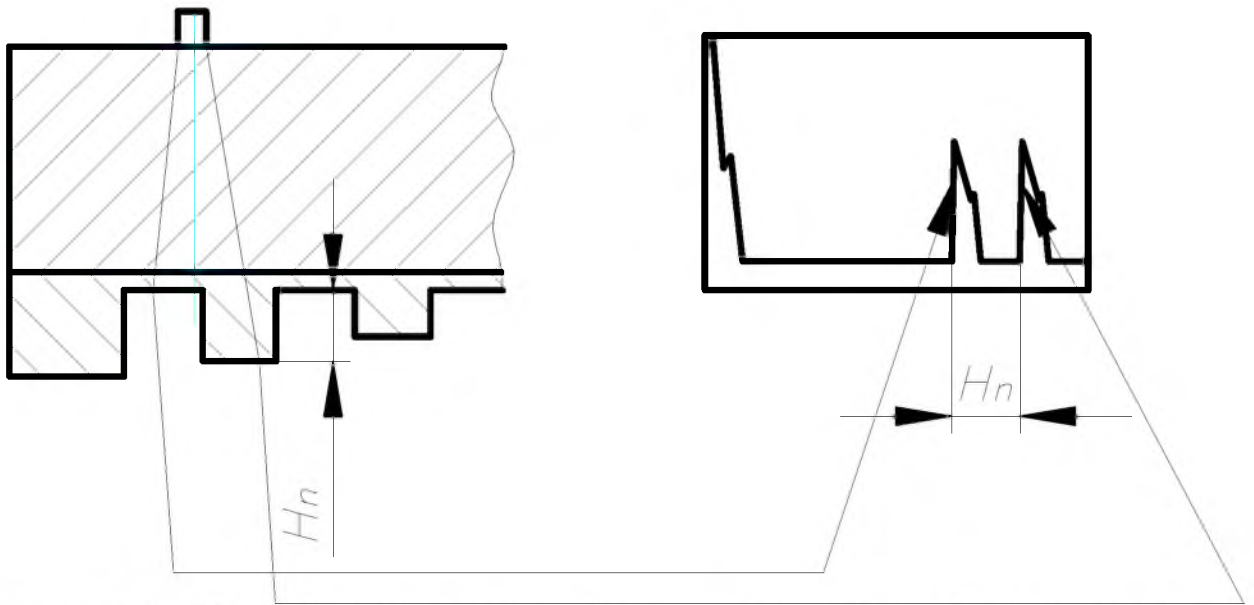
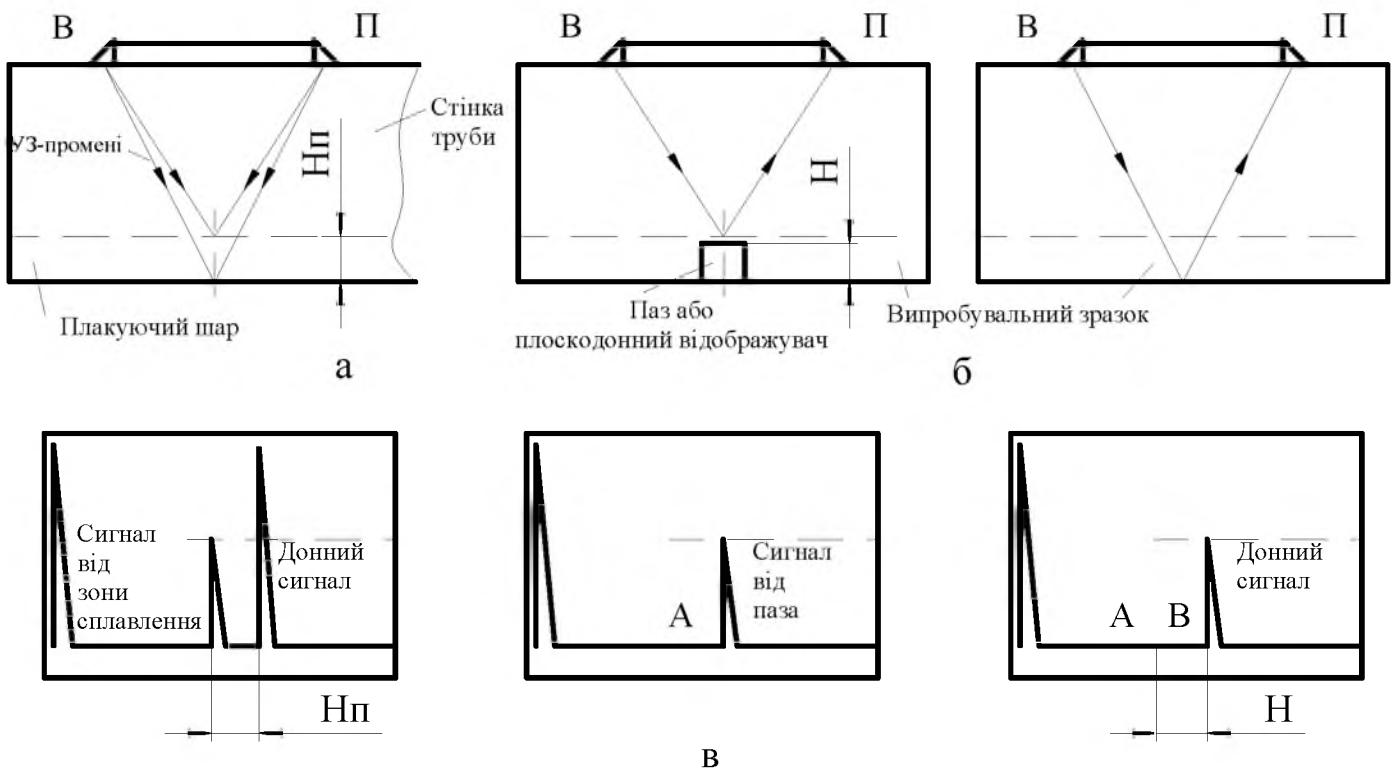


Рисунок 10 - Налаштування на швидкість звуку в антикорозійному покритті за зразком типу ТН1



а - схема вимірювання; б - схема налаштування УЗ-апаратури; в - осцилограми екрану, УЗ-апаратури; де В - випромінювач; П - приймач; H_n - товщина антикорозійного покриття (плакувального шару); Н - глибина паза (плоскодонного отвору)

Рисунок 11 - Вимірювання товщини антикорозійного покриття похилими датчиками

10.3.2 Встановлення затримки розгортки УЗ-апаратури, що має розгортку типу А, полягає в такому регулюванні, щоб вимірювані луна-сигнали займали положення в межах середньої третини горизонтальної шкали екрану.

10.3.3 У випадках, коли УЗ-апаратура має калібрований вимірювач швидкості звуку, налаштування швидкості звуку може бути виконане шляхом встановлення на

УЗ-апаратури відомого значення цієї швидкості.

10.3.4 У всіх випадках налаштування і вимірювання висота вимірюваного луна-сигналу має бути однаковою і перебувати в межах від 1/5 до 1/2 висоти екрана УЗ-апаратури, що має розгортку типу А.

10.3.5 Якщо при вимірюванні товщини немає стійкого луна-сигналу, то тоді шляхом обертання або невеликого переміщення ПЕД слід домогтися сталого луна-сигналу.

10.3.6 Форма луна-сигналу може бути оптимізована введенням відсічення або іншими способами, реалізувати які дозволяє використовуваний тип УЗ-апаратури, що має розгортку типу А. При цьому положення оптимізуючих регулювань в режимах налаштування і вимірювання не повинні відрізнятись.

10.3.7 Для УЗ-апаратури, що має розгортку типу А, відлік положення вимірюваного луна-сигналу проводиться по точці перетину переднього фронту луна-сигналу з горизонтальною лінією розгортки.

10.3.8 Після закінчення налаштування УЗ-апаратури слід перевірити на зразку або в контрольній точці на виробі по товщині, що відрізняється від налаштовуваної не більше ніж на 10%. Якщо при цьому буде отримано відхилення від фактичної товщини більш ніж на величину дискретності вимірювання, то налаштування слід повторити.

10.3.9 Після перевірки налаштування УЗ-апаратури положення органів регулювання необхідно зафіксувати, переконавшись, що воно не збілося під час фіксації.

10.3.10 Під час налаштування УЗ-апаратури, робота якої заснована на луна-імпульсному методі, та вимірювання товщини цією апаратурою необхідно забезпечити щільне і рівномірне прилягання ПЕД до поверхні виробу.

10.3.11 Під час налаштування УЗ-апаратури, робота якої заснована на електромагнітно-акустичному методі, та вимірювання товщини цією апаратурою розташування ЕМА-датчика щодо поверхні виробу визначається відповідно до настанови з експлуатації (паспорту) на застосовувану УЗ-апаратуру.

11 ПОХИБКА ВИМІРЮВАНЬ

11.1 Похибка вимірювання товщини УЗ-методом визначається відповідно до методики, викладеної в додатку А.

11.2 При вимірюванні товщини антикорозійного наплавлення похибка Δ приймається рівною $\pm 1,0$ мм при встановленій довірчій ймовірності $P = 0,95$ (далі по тексту Р).

11.3 При вимірюванні товщини плакування листів і виробів, виготовлених з плакованих листів, похибка приймається рівною $\pm 0,2$ мм при $P = 0,95$.

11.4 При вимірюванні товщини монометалевих виробів із сталі перлітного класу і біметалевих виробів товщиною 20 мм або більше похибка приймається рівною $\pm 0,01 \cdot H$, але не менше кроку дискретності цифрування УЗ-апаратури, де H - товщина виробу.

11.5 При вимірюванні товщини монометалевих виробів товщиною менше 20 мм похибка приймається рівною $\pm 0,2$ мм при $P = 0,95$.

11.6 Якщо еталонні зразки типів Т1, Т2 або ТБ1 виготовлені безпосередньо з контрольованої заготовки, то похибка приймається рівною кроку дискретності

УЗ-апаратури.

11.7 У разі, якщо довірча ймовірність буде відрізнятися від 0,95, то похибка вимірювань визначається за методикою, наведеною в додатку А.

12 ПРОВЕДЕННЯ ВИМІРЮВАНЬ

12.1 Перед проведенням вимірювання товщини УЗ-методом персонал з неруйнівного контролю повинен ознайомитися з технологічною картою вимірювання товщини.

12.2 Виконати налаштування УЗ-апаратури відповідно до розділу 10.

12.3 На кожній із задалегідь намічених ділянок слід виконати одноразове вимірювання товщини (при дискретному вимірюванні). Якщо при виконанні вимірювань сталася груба помилка, тобто похибка вимірювань істотно перевищила очікувану в цих умовах, то цей результат відкидається і виконуються три вимірювання замість помилкового. В цьому випадку за результат вимірювання приймається мінімальне значення.

12.4 При вимірюванні товщини УЗ-методом трубопроводів окремо-суміщеним ПЕД акустичний екран, що розділяє призми ПЕД, повинен бути орієнтований перпендикулярно до твірної труби.

12.5 Порядок вимірювання товщини в місцях вибірок викладено в 9.7, 9.8.

12.6 При вимірюванні товщини УЗ-методом з боку основного металу слід використовувати прямі суміщені ПЕД з жорстким протектором, конструкція і розміри яких забезпечують отримання акустичного контакту з поверхнею виробу. Частоту ультразвукових коливань необхідно вибирати за умови отримання найбільш чіткого сигналу. При цьому рекомендується застосовувати ПЕД з більш високим значенням номінальної частоти і вузькою діаграмою спрямованості.

12.7 При вимірюванні товщини УЗ-методом плакувального шару труб похилими ПЕД використовуються датчики з кутом введення від 40° до 52° , частотою від 2 МГц до 5 МГц.

12.8 Для вимірювання товщини УЗ-методом антикорозійного покриття (наплавлень та плакування) номінальною товщиною від 2 мм з боку покриття застосовуються окремо-суміщені ПЕД з частотою від 4 МГц до 6 МГц, з максимальним розміром контактної поверхні 16 мм.

12.9 На ділянці, підготовленій для вимірювання товщини (див. 9.4), необхідно вибрати таке положення ПЕД, при якому на екрані УЗ-апаратури буде отримано стійкий луна-сигнал від межі розділу двох металевих середовищ (межа сплавлення основного металу з наплавленням, плакуванням).

12.10 При вимірюванні товщини УЗ-методом антикорозійного покриття похилими ПЕД використовуються два жорстко скріплені датчика (випромінювач і приймач), підключених до УЗ-апаратури за роздільною схемою (див. рис. 9) і розташованих на трубі вздовж її твірної.

12.11 Завідомо неправдиві показання - луна-сигнали від несущільностей поблизу зони сплавлення, границь окремих шарів (або проходів) (рис. 12); структурні шуми з наплавлення не враховуються.

12.12 При вимірюванні товщини УЗ-методом з боку основного металу товщина антикорозійного наплавлення визначається як різниця положень луна-сигналів від дна і зони сплавлення.

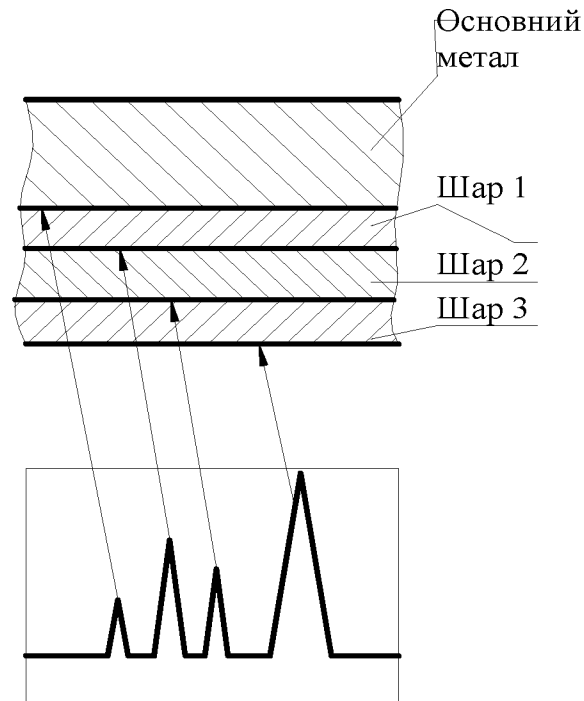


Рисунок 12 - Відбиття від зони сплавлення наплавлення з основним металом і границь шарів наплавлення

12.13 При відсутності луна-сигналу від зони сплавлення перед першим донним луна-сигналом необхідно використовувати для вимірювання другий або третій донний луна-сигнал і відповідний луна-сигнал від зони сплавлення (рис. 13) або застосувати похилий ПЕД.

12.14 При неможливості вимірювання товщини плакування через відсутність сигналу від зони сплавлення такі ділянки оконтурюються і складається ескіз із зазначенням товщини плакувального шару по краях ділянки і повної товщини в необхідній точці вимірювання.

12.15 При вимірюванні з боку покриття товщина визначається положенням луна-сигналу від зони сплавлення.

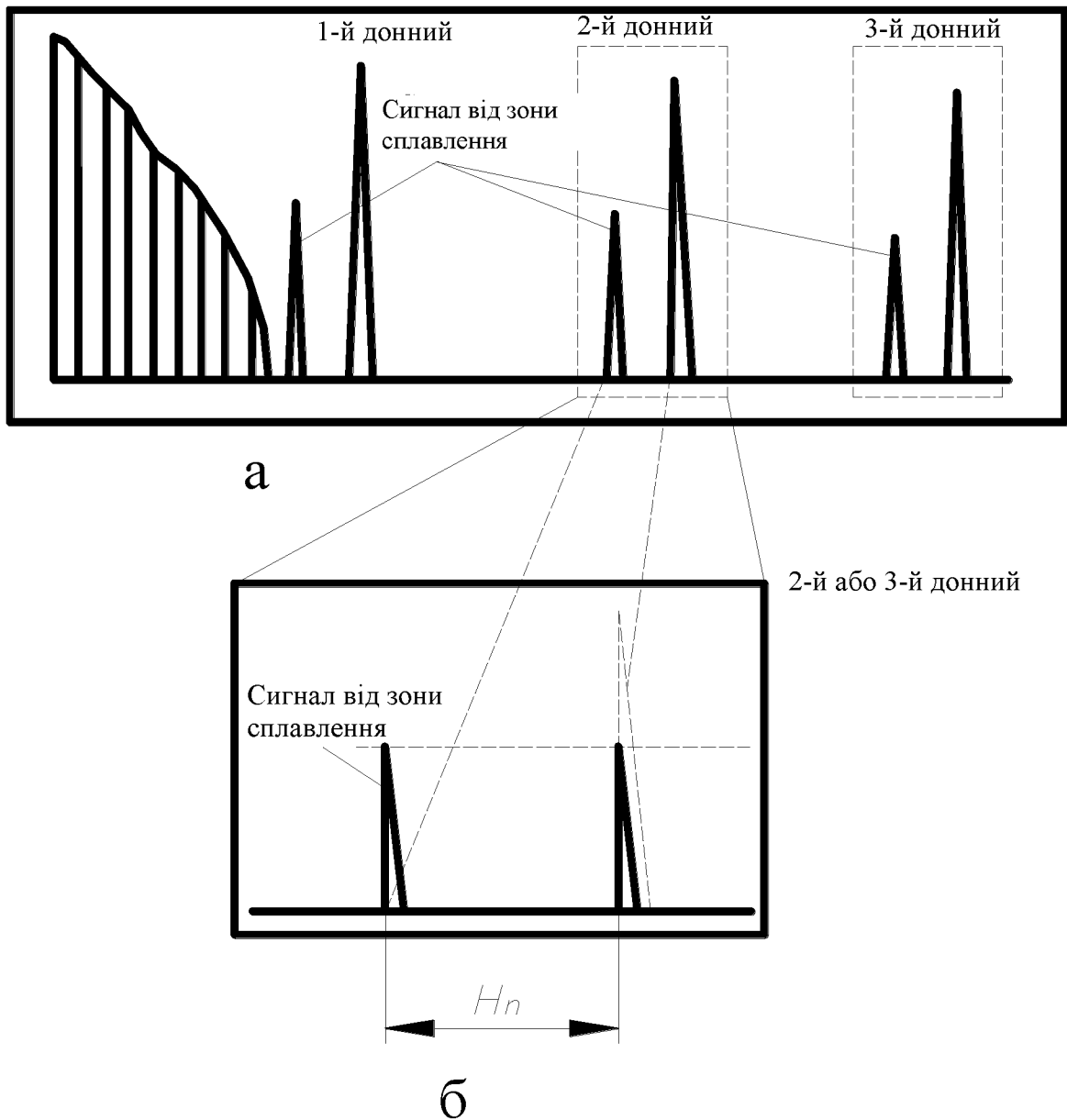
12.16 Якщо при вимірюванні товщини УЗ-методом з боку покриття не вдається отримати достовірне відображення від зони сплавлення, то у висновку за результатами вимірювання відзначається відсутність технічної можливості вимірювання товщини в цій точці.

12.17 Перед вимірюваннями доцільно отримати відомості про характер очікуваних корозійних пошкоджень внутрішньої поверхні (наприклад, візуальним оглядом, за допомогою оптичних приладів, зокрема, з використанням приладів на основі волоконної оптики, або радіографічним контролем), які повинні бути вказані в заявці на проведення контролю, і по можливості провести зачищення поверхні, що зазнала корозії.

12.18 При визначенні залишкової товщини виробів в місцях впливу корозії на внутрішній поверхні в задалегідь намічених зонах контролю повинні бути виконані вимірювання дискретно, з кроком не більше 3 мм, або безперервно вручну, або за допомогою СП. За результат вимірювання приймається мінімальне показання УЗ - апаратури.

12.19 При вимірюванні залишкової товщини виробів, з боку, протилежного стороні, що зазнала корозії, при отриманні будь-яких нез'ясовних показань УЗ-товщиноміра, потрібне додаткове дослідження об'єкту контролю.

12.20 Різкі зміни товщини, що відбуваються на відстані, приблизно рівній довжині ультразвукової хвилі і менше, при вимірюванні товщини УЗ-методом не фіксуються.



а - при вимірюванні товщини антикорозійного наплавлення на біметалічній трубі; б - зі збільшеним масштабом розгортки

Рисунок 13 - Екран УЗ-апаратури

12.21 При відсутності відомостей про характер корозійних пошкоджень виробу вони можуть бути орієнтовно отримані при встановленні ПЕД в заздалегідь наміченій ділянці виробу на основі таких рекомендацій:

– УЗ-апаратура стабільно показує значення товщини, рівне з урахуванням похибки вимірювання номінальній товщині виробу - виріб корозійним ушкодженням не підданий;

– УЗ-апаратура стабільно показує значення товщини менше номінальної товщини виробу (окремим випадком є стабільне нульове показання) - виріб піддано рівномірній корозії;

– УЗ-апаратура при перестановці ПЕД показує різні значення товщини, в тому числі нульову і номінальну товщини виробу, товщини більше і менше номінальної - виріб піддано корозії плямами;

– УЗ-апаратура показує номінальне значення товщини, а при подальшій перестановці ПЕД на обмеженій ділянці - нульове (або нестабільне) значення і значення менше номінального - виріб піддано виразковій корозії (нульове і нестабільне показання приладу відповідають установці ПЕД над скосом виразки).

12.22 Якщо результат вимірювання істотно відрізняється від очікуваного і не пов'язаний з грубою помилкою вимірювання, то доцільно ці ділянки проконтролювати УЗ-апаратурою, що має розгортку типу А, оскільки причиною зменшення товщини може бути порушення суцільності металу.

12.23 Зчитування результату вимірювання проводять після отримання стійкого і достовірного показання. Для цифрових приладів воно характеризується або одним значенням, або двома, що змінюються в межах дискретності приладу. В останньому випадку записується найменше значення. Якщо різниця між двома значеннями більше дискретності приладу, то такі ділянки необхідно вимірювати УЗ-апаратурою з розгорткою типу А.

12.24 Перевірка налаштування УЗ-апаратури здійснюється в таких випадках:

- перед початком роботи;
- через кожні 30 хвилин роботи;
- при можливому порушенні налаштування;
- при заміні датчика;
- у разі отримання результату, що значно відрізняється від очікуваного;
- після закінчення робіт.

12.25 Перевірка налаштування проводиться за допомогою відповідного еталонного зразка.

12.26 У разі виявлення відхилення налаштування результати серії вимірювань від попередньої перевірки до моменту виявлення помилки анулюються. Вимірювання повинні бути повторені знову.

13. ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

13.1 Результати вимірювань товщини УЗ-методом реєструються в журналах з дотриманням єдиної системи нумерації точок, що забезпечує прив'язку результатів до виробу. Рекомендована форма журналу наведена в додатку Б. Допускається замість реєстрації результатів контролю в журналі оформляти висновок (протокол) за результатами контролю в двох примірниках, один з яких повинен зберігатися в підрозділі контролю металу.

13.2 На проконтрольовані ділянки на підставі записів у журналі відповідно до вимог СОУ НАЕК 078 оформляється звітна документація (висновки, протоколи), в якій повинно бути приведено такий мінімум відомостей:

- а) відомості про ділянку контролю;
- б) типи УЗ-апаратури та ПЕД;
- в) позначення методичного документу;

- г) позначення нормативного документу;
- д) значення мінімально допустимої товщини стінки виробу відповідно до вимог нормативного документу або розрахунку на міцність;
- е) результати вимірювань;
- ж) висновок про відповідність його вимогам нормативного документу у формі – зад. (незад.);
- з) дата проведення контролю та номер висновку;
- и) прізвище і підпис особи, що оформила висновок.

У разі відсутності мінімально допустимої товщини або невідомої номінальної товщини вимірювання вважаються факультативними і оцінка якості не проводиться.

13.3 При оформленні висновку (протоколу) за результатами вимірювання товщини УЗ-методом рекомендується в протоколі оформляти картограму УЗ-контролю з зазначенням точок вимірювань.

ДОДАТОК А (довідковий)

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАННЯ

А.1 Завдання методики - встановлення фактичного значення похибки визначення товщини металу з урахуванням випадкових помилок при необхідній довірчій ймовірності.

А.2 Цим стандартом мінімальне значення довірчої ймовірності P встановлено 0,955. Це означає, що ймовірність знаходження помилки вимірювання знаходиться в інтервалах від мінус $2\sigma_x$ до плюс $2\sigma_x$, де σ_x - середнє квадратичне відхилення результату вимірювання при заданій кількості вимірювань.

А.3 Величина довірчої ймовірності P залежить від безрозмірної функції ймовірності ε :

Таблиця А.1

ε	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2	2,4	2,5	2,6
P	0,683	0,866	0,890	0,955	0,972	0,984	0,988	0,990

А.4 Порядок визначення похибки при вимірюванні товщини монометалів, біметалів наведено в А.4.1 – А.4.9.

А.4.1 Визначення похибки вимірювань проводиться на еталонних зразках, що застосовуються для контролю заданих виробів. Товщини еталонних зразків повинні бути в межах заданого діапазону вимірювань (очікуваних значень) товщини.

Дійсна товщина X_d ділянок повинна бути виміряна з похибкою, що не перевищує 20% заданої (планованої) похибки.

Похибка вимірювань товщини визначається для кожного діапазону вимірювань приладу.

А.4.2 Прилад налаштовується відповідно до цього стандарту.

А.4.3 На підготовлених ділянках виконуються 10 незалежних вимірювань товщини.

А.4.4 Обчислюється систематична складова похибки вимірювань (середньоарифметична похибка):

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n (x_d - x_i)}{n}, \quad (\text{A.1})$$

де n - число вимірювань;

x_i - результат i -того вимірювання товщини УЗ-приладом.

А.4.5 Обчислюється середнє арифметичне значення X ряду отриманих результатів як оцінка математичного очікування:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (\text{A.2})$$

де n , x_i теж що в А.4.1.4

А.4.6 Обчислюється середньоквадратичне відхилення σ_x

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}, \quad (\text{A.3})$$

А.4.7 Інтервал, в якому зі встановленою довірчою ймовірністю P знаходиться сумарна похибка вимірювань Δ в цих конкретних умовах, наближено визначається нерівністю

$$(\delta - \varepsilon\sigma) < \Delta < (\delta + \varepsilon\sigma), \quad (\text{A.4})$$

де ε - безрозмірна функція ймовірності P , визначається за таблицею А.1.

А.4.8 Якщо систематична похибка не перевищує 1/3 середнього квадратичного значення випадкових похибок, то нею при визначенні сумарної похибки вимірювання можна знехтувати.

А.4.9 Значущих цифр похибки вимірювання повинно бути не більше двох.

А.5 Визначення похибки при вимірюванні товщини антикорозійного покриття:

- готується зразок з антикорозійним покриттям, виконаний за тією ж технологією, що і покриття на виробі;
- налаштовується прилад згідно з цим стандартом;
- виконуються 50 вимірювань товщини у 50 точках, розташованих на одній лінії, перпендикулярній до напрямку валиків або стрічок наплавлення;
- розрізається зразок по лінії вимірювання;
- шліфується і протравлюється поверхня різь;
- проводиться визначення дійсної товщини з похибкою не більше 0,02 мм у тих самих 50 точках;
- відповідно до А.4.4 - А.4.9. виконуються подальші дії.

При використанні безперервного методу вимірювання товщини (вручну або за допомогою СП) оцінка і визначення похибки вимірювання проводяться аналогічно оцінці і визначенню похибки при дискретному методі вимірювання.

А.6 Приклад розрахунку похибки визначення товщини з такими відхідними даними:

- контрольовані деталі мають номінальну товщину 10 мм, при цьому планована похибка при визначенні товщини методом УЗТ становить $\pm 0,1$ мм;
- необхідна похибка прямого вимірювання товщини еталонного зразка не повинна перевищувати 20 % від планової похибки;
- за результатами вимірювань мікрометром товщина X_d еталонного зразка, за яким налаштовується товщиномір, становить 10,0 мм.

A.6.1 При визначенні товщини цього еталонного зразка в 10 точках ($n=10$) методом УЗТ (даним товщиноміром і даним ПЕД) значення товщини X_i в кожній точці склали:

$$X_i = 9,9; 9,9; 9,9; 10,0; 9,9; 10,1; 10,0; 9,9; 9,9; 10,1 \text{ мм}$$

A.6.2 Систематична складова похибки $\delta = X_\delta - X_i$ для кожної з точок становить (мм):

$$\begin{aligned} 10 - 9,9 &= 0,1 \\ 10 - 9,9 &= 0,1 \\ 10 - 9,9 &= 0,1 \\ 10 - 10 &= 0 \\ 10 - 9,9 &= 0,1 \\ 10 - 10,1 &= 0,1 \\ 10 - 10 &= 0 \\ 10 - 9,9 &= 0,1 \\ 10 - 9,9 &= 0,1 \\ 10 - 10,1 &= 0,1 \end{aligned}$$

A.6.3 Для 10 точок відповідно:

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n (x_\delta - x_i)}{n}, \quad (\text{A.5})$$

$$\delta = \frac{0,1+0,1+0,1+0+0,1+0,1+0+0,1+0,1+0,1}{10} = \frac{0,8}{10} = 0,08 \text{ мм} \quad (\text{A.6})$$

A.6.4 Середньоарифметичне значення товщини X становить:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{9,9+9,9+9,9+10,0+9,9+10,1+10,0+9,9+9,9+10,1}{10} = 9,96 \text{ мм} \quad (\text{A.7})$$

A.6.5 Середньоквадратичне відхилення σ рівне:

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,06^2 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,04^2 + 0,06^2 + 0,14^2 + 0,04 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,14^2}{10-1}} = \\ &= \sqrt{\frac{0,0036 \cdot 6 + 0,0016 \cdot 2 + 0,0196 \cdot 2}{9}} = \sqrt{\frac{0,064}{9}} = 0,08433 \approx 0,084 \text{ мм} \end{aligned} \quad (\text{A.8})$$

де $\bar{x} - x_i$
 $9,96 - 9,9 = 0,06$
 $9,96 - 9,9 = 0,06$

9,96-9,9=0,06
 9,96-10=0,04
 9,96-9,9=0,06
 9,96-10,1=0,14
 9,96-10=0,04
 9,96-9,9=0,06
 9,96-9,9=0,06
 9,96-10,1=0,14

A.6.6 Інтервал, в якому зі встановленою довірчою ймовірністю P знаходиться сумарна похибка вимірювань Δ :

$$(\delta - \varepsilon\sigma) < \Delta < (\delta + \varepsilon\sigma), \quad (\text{A.9})$$

A.6.7 Для $P = 0,955$ та $\varepsilon = 2$ інтервал складає:

$$0,08 - 2 \cdot 0,084 < \Delta < 0,08 + 2 \cdot 0,084, \quad (\text{A.10})$$

$$- 0,088 \text{ мм} < \Delta < + 0,248 \text{ мм}, \quad (\text{A.11})$$

A.6.8 Таким чином, при визначенні товщини виробу необхідно результат вимірювання записувати з урахуванням розрахованої похибки. Припустимо, визначена методом УЗТ товщина виробу становить 9,8 мм. Результат з урахуванням похибки записується:

$$9,8_{-0,088}^{+0,248} \text{ мм}, \quad (\text{A.12})$$

A.6.9 Зазначений запис означає, що визначена методом УЗТ товщина виробу знаходиться з ймовірністю $P = 0,955$ в інтервалі від 9,7 мм до 10,04 мм.

ДОДАТОК Б
(довідковий)

**ФОРМА ЖУРНАЛУ ОБЛІКУ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ ТОВЩИНИ
УЛЬТРАЗВУКОВИМ МЕТОДОМ**

№ запису	Дата проведення контролю	Найменування контрольованого об'єкту, № креслення або схеми контролю	Контрольована ділянка	Тип приладу і ПЕД, заводські номери	Позначення методичної та нормативної документації
1	2	3	4	5	6

Результати вимірювань	Висновок про відповідність вимогам нормативного документу	Прізвище та підпис контролера	Номер і дата видачі висновку
7	8	9	10

ДОДАТОК В
(довідковий)
БІБЛІОГРАФІЯ

1. ГОСТ 5272-68 «Коррозия металлов. Термины»

АРКУШ РЕЄСТРАЦІ ЗМІН

Номер зміни	Номера аркушів				Повідомлення		Підпис	Дата
	змінених	замінених	нових	анульованих	номер повідомлення	кількість арк.		