



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Управління, організація і технологія

**НАСТАНОВА З УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ
МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

ДСТУ-Н Б А.3.1 -15

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт розповсюджується на контроль **зварних** з'єднань сталевих конструкцій, з повним проварюванням при товщині основного металу деталей, що з'єднані зварюванням, від 8 мм до 100 мм.

1.2 Цей стандарт установлює вимоги на проведення ручного **ультразвукового контролю** з оцінкою якості **зварних** з'єднань металоконструкцій.

1.3 Цей стандарт призначений для фахівців з **ультразвукового контролю**, що виконують контроль **зварних** з'єднань на етапах виготовлення, монтажу, експлуатації та ремонту сталевих конструкцій. Стандарт може також використовуватись у процесі підготовки, атестації та сертифікації фахівців з **ультразвукового контролю**.

; 2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативно-правові акти та нормативні документи:

ДБН [В.2.6-163:2010](#) Конструкції будинків і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу

ДСТУ EN 473-2001 Неруйнівний контроль. Кваліфікація і сертифікація персоналу в галузі неруйнівного **контролю**. Основні вимоги (EN 473:2000, IDT)

ДСТУ 4001-2000 (ISO 2400:1972) Зварні шви на сталі. Зразок для калібрування устаткування **ультразвукового контролю**

ДСТУ 4002-2000 (ISO 7963:1985) Зварні шви на сталі. Калібрувальний зразок №2 для **ультразвукового контролю зварних швів**

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые (Контроль неруйнівний. З'єднання зварні. Методи ультразвукові)

ГОСТ 23829-85 Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения (Контроль неруйнівний акустичний. Терміни та визначення)

ГОСТ [12.1.001-89](#) Система стандартов безопасности труда. Ультразвук. Общие требования безопасности (Система стандартів безпеки праці. Ультразвук. Загальні вимоги безпеки)

НПАОП [0.00-6.14-97](#) Порядок сертифікації персоналу з неруйнівного **контролю**

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використовуються терміни і визначення згідно з ГОСТ 23829.

Нижче подані терміни, які додатково використані у цьому стандарті, та визначення позначених ними понять

3.1 ультразвуківий контроль

Метод неруйнівного **контролю**, який використовує пружні коливання та хвилі ультразвукових частот

3.2 метод відбиття; луна-метод

Метод **ультразвукового контролю**, який заснований на випромінюванні в об'єкт **контролю** та відбиття від несучільності в об'єкті **контролю** ультразвукових хвиль

3.3 несучільність

Фізична неоднорідність, яка виявляється методом відбиття

3.4 індикація несучільності (індикація)

Узагальнений образ несучільності в об'єкті **контролю**, який встановлено методом відбиття за сукупністю луна-сигналів від несучільності

3.5 параметри індикації

Сукупність геометричних характеристик індикації, які підлягають оцінюванню при

контролі методом відбиття. До параметрів індикації відносяться:

- еквівалентна площа несучільності;
- координати еквівалентного центра несучільності;
- умовні розміри (протяжність та висота) несучільності

3.6 дефект

Окрема індикація або сукупність індикацій, параметри яких не відповідають вимогам стандарту

3.7 луна-сигнал

Матеріальне втілення повідомлення, яке міститься в акустичному імпульсі, що відбитий від несучільності

3.8 параметри луна-сигналу

Сукупність фізичних величин, які є характеристиками луна-сигналу та підлягають вимірюванню при контролі методом відбиття. До параметрів луна-сигналу при контролі одним перетворювачем відносяться:

- координати точки вводу;
- кути вводу та орієнтації перетворювача;
- відстань від точки вводу до несучільності вздовж акустичної осі пучка;
- амплітуда луна-сигналу від несучільності

3.9 електроакустичний перетворювач

Пристрій, що перетворює електричну енергію в акустичну та навпаки

3.10 прямий перетворювач

Перетворювач, акустична вісь якого перпендикулярна до поверхні вводу

3.11 похилий перетворювач

Перетворювач, акустична вісь якого не перпендикулярна до поверхні вводу

3.12 перетворювач поздовжніх хвиль

Перетворювач для випромінювання та приймання поздовжніх ультразвукових хвиль

3.13 перетворювач поперечних хвиль

Перетворювач для випромінювання та приймання поперечних ультразвукових хвиль

3.14 точка вводу

Точка перетину акустичної осі перетворювача з поверхнею вводу

3.15 поверхня вводу; поверхня сканування

Поверхня об'єкта контролю, крізь яку вводяться пружні коливання від перетворювача

3.16 кут вводу

Гострий кут між нормаллю до поверхні вводу та акустичною віссю перетворювача

3.17 кут орієнтації перетворювача

Кут між від'ємним напрямком поперечної осі об'єкта контролю на поверхні вводу та проекцією акустичної осі перетворювача на цю поверхню

Примітка. Для прямих перетворювачів кут орієнтації не визначений

3.18 акустична вісь перетворювача

Лінія, що з'єднує точки найбільшої інтенсивності акустичного поля у дальній зоні та подовжена до ефективного акустичного центра перетворювача при випромінюванні ультразвуку в однорідному середовищі

3.19 акустична вісь пучка; центральний промінь

Лінія, що поєднує точки найбільшої інтенсивності акустичного поля в дальній зоні та подовжена до ефективного акустичного центра перетворювача

Примітка. При випромінюванні ультразвуку в однорідному середовищі центральний промінь співпадає з акустичною віссю перетворювача

3.20 рівень опорний

Амплітуда луна-сигналу від опорного дискового відбивача, який встановлюється стандартом. Відносно опорного рівня визначаються рівні оцінки, реєстрації та приймання

3.21 рівень оцінки; пошуковий рівень

Безумовна нижня межа, що встановлена стандартом, для амплітуди луна-сигналу від несучільності

Примітка. На рівні оцінки встановлюється межа зони індикації несучільності

3.22 рівень реєстрації; контрольний рівень

Верхня межа, що встановлена стандартом, для амплітуди луна-сигналу від несучільності, при перевищенні якої визначаються параметри окремої індикації з реєстрацією у звітних документах

3.23 рівень приймання; бракувальний рівень

Верхня межа, що встановлена стандартом, для амплітуди луна-сигналу від несучільності, при перевищенні якої встановлюється невідповідність параметрів окремої індикації вимогам стандарту

3.24 штучний відбивач

Штучна несучільність, що призначена для отримання нормованих луна-сигналів у методі відбиття

3.25 дисковий відбивач

Штучний відбивач у вигляді основи (плаского дна) кругового циліндра визначеного діаметра, вісь якого є нормальною центральною віссю дискового відбивача

3.26 діаграма амплітуда-відстань-діаметр; АДВ-діаграма

Графічне зображення залежності амплітуди луна-сигналу від відстані до дискового відбивача визначеного діаметра з урахуванням типу перетворювача, що використовується

3.27 зона індикації несучільності (зона індикації)

Зв'язна обмежена область поверхні сканування, у кожній точці вводу якої амплітуда луна-сигналу від несучільності не нижче рівня оцінки за незмінних значень кутів вводу та орієнтації перетворювача

Примітка 1. Зона індикації є область визначення значень амплітуди луна-сигналу від несучільності та значень відстані від точки вводу до несучільності

Примітка 2. Значення незмінних кутів вводу та орієнтації перетворювача, разом із координатами центра зони індикації, визначаються параметрами луна-сигналу з найбільшою амплітудою

Примітка 3. Значення сталого кута орієнтації перетворювача визначає орієнтацію зони індикації на поверхні сканування

3.28 протяжність зони індикації

Найбільший розмір зони індикації на поверхні сканування, який відлічений вздовж напрямку поперечної осі перетворювача, при незмінних значеннях кутів вводу та орієнтації перетворювача

Примітка 1. Поперечна вісь перетворювача спрямована перпендикулярно до площини, що утворена нормальною та акустичною осями перетворювача

Примітка 2. Протяжність неорієнтованої зони індикації визначається найбільшим розміром зони

3.29 ширина зони індикації

Найбільший розмір зони індикації на поверхні сканування, який відлічений вздовж напрямку поздовжньої осі перетворювача, при сталих значеннях кутів вводу та орієнтації перетворювача

Примітка 1. Поздовжня вісь перетворювача спрямована вздовж проекції його акустичної осі на поверхню вводу

Примітка 2. Ширина неорієнтованої зони індикації визначається найбільшим розміром зони в напрямку перпендикулярному до напрямку протяжності

3.30 величина інтервалу відстаней в зоні індикації

Різниця між найбільшим та найменшим значеннями відстані від точки вводу до несучільності по акустичній осі пучка, які визначені в зоні індикації при незмінних значеннях кутів вводу та орієнтації перетворювача

3.31 умовна протяжність несучільності

Визначається як протяжність зони індикації

3.32 умовна висота несучільності

Визначається як добуток величини інтервалу відстаней в зоні індикації на косинус кута вводу

3.33 еквівалентний дисковий відбивач

Образ несучільності в об'єкті **контролю** у вигляді дискового відбивача, параметри луна — сигналу від якого співпадають із параметрами луна-сигналу від несучільності при суміщенні нормальної центральної осі відбивача з акустичною віссю пучка

Примітка 1. Еквівалентний дисковий відбивач цілком визначається за параметрами луна-сигналу від несучільності

Примітка 2. Еквівалентний дисковий відбивач є типовим представником класу еквівалентності різних образів несучільностей в об'єкті **контролю** з однаковими параметрами луна-сигналів

3.34 еквівалентна площа несучільності

Площа еквівалентного дискового відбивача, яка визначається за параметрами луна-сигналу від несучільності з найбільшою амплітудою

3.35 еквівалентний центр несучільності (центр несучільності)

Центр еквівалентного дискового відбивача, який визначається за параметрами луна-сигналу від несучільності з найбільшою амплітудою

3.36 сканування об'єкта контролю

Переміщення пучка випромінювання ультразвукових хвиль відносно об'єкта **контролю** внаслідок зміни координат положення точки вводу на поверхні сканування, а також кутів вводу та орієнтації перетворювача

3.37 зона контролю

Область об'єкта **контролю**, що підлягає скануванню певним способом з метою виявлення в ній несучільностей луна-методом

3.38 сканування прямим променем

Спосіб сканування, за якого акустичний пучок випромінюється в зону **контролю** без проміжного відбиття від поверхні об'єкта **контролю**

3.39 сканування відбитим променем

Спосіб сканування, за якого акустичний пучок випромінюється в зону **контролю** після проміжного відбиття від поверхні об'єкта **контролю**

3.40 спрямоване сканування

Спосіб сканування, за якого кут орієнтації перетворювача залишається незмінним

3.41 неспрямоване сканування; сканування з поворотом

Спосіб сканування, за якого кут орієнтації перетворювача змінюється шляхом його повороту навколо нормальної осі, що проходить через точку вводу перпендикулярно до поверхні сканування

3.42 поздовжнє L-сканування

Спосіб сканування, що призначений для виявлення поздовжніх індикацій з використанням похилих перетворювачів

3.43 поперечне T-сканування

Спосіб сканування, що призначений для виявлення поперечних індикацій з використанням похилих перетворювачів

3.44 нормальне N-сканування

Спосіб сканування з використанням прямих перетворювачів

3.45 А-скан; розгортка типу А

Графічне зображення імпульсу луна-сигналу від несучільності у декартовій прямокутній системі координат, де по осі абсцис відлічується відстань від точки вводу до несучільності по акустичній осі пучка, а по осі ординат - амплітуда луна-сигналу від

несуцільності

; 4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

Нижче наведені умовні позначки фізичних величин та скорочень найменувань, що використовуються у цьому стандарті, з визначенням їх змісту:

- X_B - поздовжня координата положення точки вводу В на поверхні сканування, мм
- Y_B - поперечна координата положення точки вводу В на поверхні сканування, мм
- r - відстань від точки вводу до несучільності по акустичній осі пучка, мм
- α - кут вводу перетворювача, кут. град.
- γ - кут орієнтації перетворювача, кут. град.
- u - амплітуда луна-сигналу, що виміряна в одиницях опорного рівня та виражена в дБ
- u_o - рівень оцінки, що виміряний в одиницях опорного рівня та виражений в дБ
- u_p - рівень реєстрації, що виміряний в одиницях опорного рівня та виражений в дБ
- u_n - рівень приймання, що виміряний в одиницях опорного рівня та виражений в дБ
- l - протяжність зони індикації, мм h - величина інтервалу відстаней у зоні індикації, мм
- L - умовна протяжність несучільності, мм
- H - умовна висота несучільності, мм
- S - еквівалентна площа несучільності, що виміряна в одиницях площі опорного дискового відбивача та виражена в дБ
- X - поздовжня координата положення еквівалентного центра несучільності, мм
- Y - поперечна координата положення еквівалентного центра несучільності, мм
- Z - нормальна координата положення еквівалентного центра несучільності по глибині, мм
- t - номінальна товщина основного матеріалу деталей, що з'єднані зварюванням, мм
- d - діаметр дискового відбивача, мм
- f - частота перетворювача, МГц
- c_T - швидкість поперечної ультразвукової хвилі, м/с
- c_L - швидкість поздовжньої ультразвукової хвилі, м/с
- q - ширина навколошовної зони **контролю**, мм
- r - радіус п'єзоелементу перетворювача, мм
- r_H - радіус нормальної кривизни кривої на поверхні сканування, мм
- r_G - радіус геодезичної кривизни кривої на поверхні сканування, мм
- r_K - радіус крутіння кривої на поверхні сканування, мм
- a - розмір основи призми перетворювача, мм
- b - ширина зони сканування по траєкторії переміщення точки вводу, мм
- e - ширина шва зварного з'єднання, мм
- c - стріла перетворювача, мм
- АВД - амплітуда-відстань-діаметр.

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПО КОНТРОЛЮ

5.1 Ультразвуковий контроль призначається для виявлення в зоні **контролю зварних з'єднань** несучільностей з наступною оцінкою виявлених несучільностей за параметрами їх індикації.

5.2 Зона **контролю** зварного з'єднання включає зону зварного шва та навколошовну зону з'єднаних зварюванням деталей, яка обмежена зоною термічного

впливу.

5.3 Ультразвуковий контроль проводиться при будь-яких просторових положеннях зварного з'єднання під час виготовлення, монтажу, експлуатації та ремонту металоконструкцій.

5.4 Ультразвуковий контроль **зварних** з'єднань повинен виконуватись способом сканування прямим та/або один раз відбитим променем.

Примітка. Допускається контроль **зварних** з'єднань багаторазово відбитим променем за спеціально розробленою методикою.

5.5 Зварні з'єднання за придатністю до виконання **ультразвукового контролю** поділяються на чотири групи згідно з таблицею 5.1.

Група придатності до контролю зварного з'єднання	Характеристика зварного з'єднання в групі за придатністю до виконання ультразвукового контролю
I	Кожна точка зони контролю зварного з'єднання повинна бути доступна для прозвучування центральним променем не менше ніж у двох напрямках
II	Кожна точка зони контролю зварного з'єднання повинна бути доступна для прозвучування центральним променем хоча б в одному напрямку
III	Зона контролю зварного з'єднання включає зону, недоступну для прозвучування центральним променем у будь-якому напрямку за умови, що в проекції на площину, нормальну до центрального променя, площа зони, що недоступна для прозвучування, не перевищує 20 % від площі зони контролю
IV	Зона контролю зварного з'єднання включає зону недоступну для прозвучування центральним променем у будь-якому напрямку, а умова приналежності зварного з'єднання в третій групі придатності до контролю не виконується

Таблиця 5.1 - Групи придатності до **контролю зварних з'єднань**

Група придатності до **контролю** зварного з'єднання повинна бути зазначена в звітних документах за результатами **ультразвукового контролю**.

Примітка. Ультразвуковий контроль **зварних** з'єднань, що належать до III та IV груп придатності до **контролю**, даним стандартом не передбачається.

5.6 Стандарт установлює норми оцінки та способи виконання ручного **ультразвукового контролю зварних з'єднань** сталевих конструкцій при:

- повному проварюванні зварного з'єднання;
- номінальній товщині від 8 мм до 100 мм основного металу деталей, що з'єднані зварюванням;
- використанні луна-методу **контролю** одним перетворювачем.

Примітка. Усі ультразвукові величини в цьому стандарті, що залежать від матеріалу, стосуються сталі, у якій швидкість поздовжніх хвиль (5920 + 50) м/с і швидкість поперечних хвиль (3255 + 30) м/с. Це необхідно брати до уваги при контролі матеріалів з іншими швидкостями.

5.7 Стандарт установлює норми оцінки та способи виконання ручного **ультразвукового контролю зварних з'єднань** сталевих конструкцій в залежності від типу, умов експлуатації та міри відповідальності зварного з'єднання в конструкції згідно з таблицею 5.2.

Таблиця 5.2 - Відповідність між групами відповідальності та рівнями **контролю зварних з'єднань**

Категорія зварного з'єднання	Група відповідальності зварного з'єднання*	Характеристика зварного з'єднання в групі за типом, умовами експлуатації та мірою відповідальності в конструкції	Рівень контролю зварного з'єднання
Перша	1	Поперечні стикові зварні з'єднання, що сприймають розтяжні напруження $a_p > 0,85R_y$ (в розтягнутих поясах та стінках балок, елементах ферм тощо)	1-й високий
	2	Таврові, кутові, напускні зварні з'єднання, які працюють на відрив при розтяжних напруженнях $a_p > 0,85R_y$ в елементі, що кріпиться, та при напруженнях зрізу $\tau_{yш} > 0,85 R_{wf}$ у швах	
	3	Зварні з'єднання в конструкціях або їх елементах, що відносяться до 1-ї групи, а також у конструкціях 2-ї групи в кліматичних умовах будівництва до мінус 40 °С (окрім випадків, що віднесені до 7-12 груп відповідальності)	
Друга	4	Поперечні стикові зварні з'єднання, що сприймають розтяжні напруження $0,4R_y < a_p < 0,85R_y$, а також таврові, кутові, напускні зварні з'єднання, які працюють на відрив при розтяжних напруженнях $a_p < 0,85R_y$ в елементі, що кріпиться, та при напруженнях зрізу $\tau_{yш} < 0,85 R_{wf}$ у швах (окрім випадків, що віднесені до 3-ї групи відповідальності)	2-й середній
	5	Розрахункові таврові, кутові та напускні зварні з'єднання, що сприймають напруження зрізу $\tau_{yш} > 0,75 R_{wf}$ та з'єднують основні елементи конструкцій 2-ї та 3-ї груп (окрім випадків, що віднесені до 2-ї, 3-ї груп відповідальності)	
	6	Поздовжні стикові зварні з'єднання, що сприймають напруження розтягу або зсуву $0,4R < a < 0,85R$	
	7	Поздовжні (зв'язкові) таврові, кутові та напускні зварні з'єднання в основних елементах конструкцій 2-ї та 3-ї груп*, що сприймають напруження розтягу (поясні зварні з'єднання елементів складного перерізу, зварні з'єднання в розтягнутих елементах ферм тощо)	
	8	Стикові, таврові, кутові та напускні зварні з'єднання, що кріплять до розтягнутих зон основних елементів конструкції вузлові фасонки, фасонки з'єднань, упори тощо	
Третя	9	Поперечні стикові зварні з'єднання, що сприймають напруження стиску	3-й низький
	10	Поздовжні стикові зварні з'єднання та зв'язуючі таврові, кутові та напускні зварні	

		з'єднання в стиснутих елементах конструкції	
--	--	---	--

Категорія зварного з'єднання	Група відповідальності зварного з'єднання*	Характеристика зварного з'єднання в групі за типом, умовами експлуатації та мірою відповідальності в конструкції	Рівень контролю зварного з'єднання
	11	Стикові, таврові, кутові та напускні зварні з'єднання, що кріплять фасонки до стиснутих елементів конструкції	
	12	Стикові, таврові, кутові та напускні зварні з'єднання в допоміжних елементах конструкції (конструкціях 4-ї групи*)	

* За класифікацією ДБН В.2.6-163

Умовні позначення:

σ_p - напруження розтягу (нормальні) металу шва;

R_y - розрахунковий опір сталі розтягу, стиску та вигину по границі текучості;

$T_{yш}$ - напруження зрізу (дотичне) металу кутового шва;

R_{wf} - розрахунковий опір кутового шва в зрізі (умовному) по металу шва;

σ - напруження розтягу (нормальне) або зсуву (дотичне) металу шва;

R- розрахунковий опір металу шва.

Примітка. Ультразвуковий контроль **зварних** з'єднань 3-го (низького) рівня, що віднесені до третьої категорії, даним стандартом не передбачається.

5.8 Ультразвуковий контроль **зварних** з'єднань повинен виконуватись після усунення усіх невідповідностей вимогам нормативних документів, що виявлені при заключному візуальному та вимірювальному контролі.

6 ВИМОГИ ДО ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ

6.1 Для виконання **ультразвукового контролю зварних з'єднань** металоконструкцій належить застосовувати:

- стандартні імпульсні ультразвукові дефектоскопи з п'єзоелектричними перетворювачами;
- стандартні калібрувальні зразки для **ультразвукового контролю зварних з'єднань**;
- допоміжні вимірювальні інструменти.

6.2 Дефектоскопи повинні мати вбудовані АВД-діаграми, адаптовані до типів перетворювачів, які використовуються для **контролю** металоконструкцій. Робочі частоти перетворювачів поздовжніх та поперечних хвиль повинні знаходитися в діапазоні від 2,0 МГц до 5,0 МГц. Кути вводу похилих перетворювачів поперечних хвиль повинні знаходитися в діапазоні від 35° до 70°. Різниця між кутами вводу різних перетворювачів поперечних хвиль повинна бути не менше ніж 10°.

6.3 Для настроювання дефектоскопа з перетворювачами повинні використовуватись стандартні калібрувальні зразки № 1 (V1) згідно з ДСТУ 4001 (ISO 2400) та № 2 (V2) згідно з ДСТУ 4002 (ISO 7963).

6.4 Для прямого вимірювання лінійних та кутових величин при виконанні **ультразвукового контролю** повинні використовуватись допоміжні вимірювальні інструменти:

- штрихові міри довжини (сталеві вимірювальні лінійки та рулетки);
- штрихові міри кута (сталеві вимірювальні транспортири);
- універсальні шаблони зварника (УШС-3 тощо).

6.5 Усі засоби **контролю** та допоміжні вимірювальні інструменти, що використовуються для проведення **ультразвукового контролю** за даним стандартом,

повинні бути метрологічно забезпечені (мати свідоцтва про первинну метрологічну атестацію та актуальні свідоцтва про чергову повірку).

7 ВИМОГИ ДО ПЕРСОНАЛУ, ЯКИЙ ВИКОНУЄ УЛЬТРАЗВУКОВИЙ КОНТРОЛЬ

7.1 Персонал, який виконує ультразвуковий контроль зварних з'єднань металоконструкцій відповідно з вимогами даного стандарту, повинен бути сертифікованим згідно з вимогами ДСТУ EN 473.

7.2 Персонал, який виконує ультразвуковий контроль зварних з'єднань металоконструкцій у складі промислових об'єктів, піднаглядових Держгірпромнагляду України, повинен бути сертифікованим згідно з вимогами НПАОП 0.00-6.14.

7.3 Кваліфікаційні вимоги до фахівців з **ультразвукового контролю** I, II та III рівнів кваліфікації, їх повноваження при здійсненні **контролю** та відповідальність за результати **контролю** повинні відповідати положенням ДСТУ EN 473 та/або НПАОП 0.00-16.14.

8 ВИМОГИ ДО БЕЗПЕКИ КОНТРОЛЮ

8.1 При виконанні **ультразвукового контролю** фахівці повинні керуватися вимогами безпеки згідно з ГОСТ 12.1.001 та ГОСТ 14782.

8.2 Для допуску до виконання **ультразвукового контролю зварних з'єднань** у процесі виготовлення, монтажу, експлуатації та ремонту металоконструкцій фахівці з неруйнівного **контролю** повинні пройти інструктаж із техніки безпеки з реєстрацією в спеціальному журналі.

8.3 Для допуску до виконання **ультразвукового контролю зварних з'єднань** у процесі експлуатації та ремонту металоконструкцій фахівці повинні пройти додатковий інструктаж відповідно до Положення про охорону праці, що діє на даному підприємстві, з обов'язковим оформленням наряд-допуску до робіт.

8.4 При виконанні **ультразвукового контролю зварних з'єднань** у важкодоступних місцях та на висоті фахівці повинні бути забезпечені:

- можливістю вільного доступу до місця виконання робіт;
- засобами безпечного виконання робіт;
- допоміжним персоналом, що допомагає під час виконання робіт.

8.5 Забороняється проведення **ультразвукового контролю з'єднань**:

- поблизу місць проведення зварювальних робіт без огороження захисними екранами;

- без засобів захисту фахівця, апаратури та місця проведення **контролю** від атмосферних опадів.

8.6 При живленні від мережі змінного струму апаратура повинна бути заземлена мідним дротом перерізом не менше ніж 2,5 мм². Підключення апаратури до мережі змінного струму повинно здійснюватись через електричне гніздо на спеціально обладнаних постах.

8.7 Фахівці з **ультразвукового контролю** повинні знати та дотримуватися загальних правил з охорони праці і промислової безпеки, що встановлені для співробітників підприємства, де виконуються роботи з **контролю зварних з'єднань металоконструкцій**.

9 ВИМОГИ ДО ПІДГОТОВКИ ДО КОНТРОЛЮ

9.1 Робоче місце для **ультразвукового контролю зварних з'єднань металоконструкцій** повинно бути підготовлено перед початком виконання робіт. У разі потреби повинні бути встановлені риштовання, помости, сходи та огорожі.

9.2 При виконанні **ультразвукового контролю зварних з'єднань металоконструкцій** температура навколишнього середовища та температура металу на поверхні сканування повинна бути у межах від 5 °С до 40 °С. У разі підігрівання зварного з'єднання для забезпечення потрібної температури металу на поверхні сканування, дозволяється виконання **ультразвукового контролю** за температури навколишнього

середовища до мінус 10 °С.

9.3 Поверхня сканування повинна бути очищена від забруднення, відшарування окалини та продуктів корозії з кожної сторони зварного шва на ширину не менше ніж:

$$2t \times \operatorname{tg}\alpha + q + 40, \text{ мм,}$$

де t - найбільша номінальна товщина основного металу деталей, які з'єднані зварюванням;

α - кут вводу перетворювача;

q - ширина навколошовної зони **контролю**.

З поверхні сканування повинні бути видалені усі нерівності, що заважають проведенню **контролю**. При підготовці поверхні сканування механічним способом, шорсткість поверхні повинна бути не гірше R_z40 , а хвилястість поверхні не повинна перевищувати $15 \cdot 10^{-3}$.

Примітка. Хвилястість поверхні визначається як характерне відношення розмаху до періоду відхилів профілю поверхні в будь-якому нормальному перерізі.

9.4 При використанні методу сканування відбитим променем поверхня відбиття зварного з'єднання повинна бути:

- еквідистантною поверхні сканування;
- не мати корозійного ураження;
- не мати контакту з рідким середовищем.

При невиконанні вказаних умов належить застосовувати сканування тільки прямим променем.

Примітка. Допускається виконання **ультразвукового контролю зварних з'єднань** оболонок металоконструкцій, що містять рідину, за спеціально розробленими методиками.

9.5 Величина зазору між робочою поверхнею призми перетворювача та поверхнею сканування не повинна перевищувати 0,5 мм. Ця вимога виконується за умови:

$$7,5a \leq r_H, \text{ мм,}$$

де a - розмір основи призми перетворювача в напрямку переміщення точки вводу;

r_H - радіус нормальної кривизни траєкторії точки вводу на поверхні сканування.

Якщо вказана умова не виконується, тоді призма перетворювача повинна бути притертою до поверхні сканування. При цьому радіус кривизни робочої поверхні призми повинен бути на $(1,5 \pm 0,5)$ мм більше ніж радіус кривизни поверхні сканування.

9.6 Підготовлена до **ультразвукового контролю** поверхня сканування повинна бути розмічена вздовж зварного шва згідно з вибором системи координат зварного з'єднання та вкрита шаром контактної рідини. Належить використовувати екологічно чисті та нешкідливі контактні рідини на основі гліцерину і мінеральних мастил. За підвищеної температури навколишнього середовища та/або поверхні сканування належить використовувати більш густі контактні рідини ніж за невисоких температур.

9.7 Підготовка дефектоскопа з комплектом перетворювачів до виконання **ультразвукового контролю** повинна включати:

- перевірку працездатності дефектоскопа;
- перевірку основних параметрів дефектоскопа з кожним із перетворювачів, що використовуються при контролі.

Перевірка працездатності та основних параметрів дефектоскопа з комплектом перетворювачів проводиться згідно з інструкцією з експлуатації. Для перевірки основних параметрів повинні використовуватись стандартні калібровані зразки № 1 (V_1) згідно з ДСТУ 4001 (ISO 2400) та № 2 (V_2) згідно з ДСТУ 4002 (ISO 7963). Отримані при перевірці

значення:

- стріли перетворювача;
- кута вводу перетворювача;
- верхньої межі "мертвої зони" перетворювача безпосередньо використовуються при виконанні **ультразвукового контролю**.

9.8 Перед початком виконання робіт фахівець з **ультразвукового контролю** зобов'язаний:

- ознайомитися із завданням на контроль зварного з'єднання;
- ознайомитися з технологічною картою **контролю** зварного з'єднання (за наявності);
- ознайомитися з результатами попереднього **контролю** зварного з'єднання (візуального та вимірювального, **ультразвукового** тощо);
- переконатися у відсутності зовнішніх окремих невідповідностей зварного з'єднання вимогам нормативних документів, які заважають виконанню **ультразвукового контролю** та підлягають усуненню перед його початком;
- переконатися, що поверхні сканування підготовані відповідним чином до виконання **ультразвукового контролю** зварного з'єднання;
- визначити групу придатності до **контролю** зварного з'єднання.

9.9 При виконанні робіт фахівець **ультразвукового контролю** зобов'язаний:

- керуватися цим стандартом, технологічною картою **контролю** (за наявності) та завданням на контроль;
- мати та використовувати необхідні основні і допоміжні технічні засоби **контролю** та витратні матеріали.

10 ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЮ

10.1 Вимоги до вибору системи координат

10.1.1 Для визначення положення точки вводу на поверхні сканування та положення центрів виявлених несучільностей, зі зварним з'єднанням повинна бути пов'язана система координат X, Y, Z з початком відліку в точці O на осі зварного шва.

10.1.2 У **зварних** з'єднаннях поздовжню вісь відліку координат X належить спрямувати по поверхні сканування вздовж осі шва, поперечну вісь відліку координат Y належить спрямувати по поверхні сканування перпендикулярно до осі шва, а нормальну вісь відліку координат Z належить спрямувати перпендикулярно до поверхні сканування вглиб зварного з'єднання. При цьому додатні значення координат Z, Y та X будь-якої точки в зоні **контролю** зварного з'єднання визначають, відповідно відстань від цієї точки до поверхні сканування вглиб, відстань по поверхні сканування від проекції точки на цю поверхню до осі зварного шва та відстань по осі зварного шва від проекції точки на цю вісь до початку відліку координат O.

Примітки до 10.1.1 та 10.1.2:

Примітка 1. У загальному випадку, при непрямолінійній осі зварного шва (кільцевого, спірального тощо) та/або непласкій поверхні сканування (циліндричній, конічній, сферичній тощо), система координат X, Y та Z зварного з'єднання є криволінійною.

Примітка 2. Положення несучільності в зоні **контролю** зварного з'єднання визначається за параметрами луна-сигналу в прямолінійному (декартовому) наближенні до криволінійної системи координат X, Y та Z у всій зоні прозвучування зварного з'єднання. Якщо виконуються умови:

$$\max \left\{ \frac{2t \times \operatorname{tg} \alpha}{r_H}, \frac{2t \times \operatorname{tg} \alpha}{r_T}, \frac{2t \times \operatorname{tg} \alpha}{r_K} \right\} \leq 10^{-2},$$
$$\max \left\{ \frac{e/2 + q + 2t \times \operatorname{tg} \alpha}{r'_H}, \frac{e/2 + q + 2t \times \operatorname{tg} \alpha}{r'_T}, \frac{e/2 + q + 2t \times \operatorname{tg} \alpha}{r'_K} \right\} \leq 10^{-2},$$

де r_k, r_n, r_g - радіуси крутіння, нормальної та геодезичної кривизни поздовжньої осі шва зварного з'єднання на поверхні сканування;

r'_k, r'_n, r'_g - радіуси крутіння, нормальної та геодезичної кривизни поперечної осі шва зварного

з'єднання, що проходить через точку вводу, на поверхні сканування;

t і q - найбільша номінальна товщина та ширина навколошовної зони **контролю** деталей, що з'єднані зварюванням;

e - найбільша ширина шва;

α - кут вводу перетворювача, то методична похибка наближеного визначення координат центра несучільності за будь-якого методу сканування не перевищує допустимої похибки їх прямого вимірювання. Якщо вказані умови не виконуються, тоді координати центра несучільності повинні визначатися за спеціальною методикою з обмеженим вибором методу сканування.

Примітка 3. Розміри несучільності в зоні **контролю** зварного з'єднання визначаються в прямолінійному (декартовому) наближенні до криволінійної системи координат X, Y та Z в зоні **контролю** зварного з'єднання. Якщо, на додаток до умов примітки 2, виконуються також умови:

$$\max \left\{ \frac{e/2+q}{r_g}, \frac{e/2+q}{r_k} \right\} \leq 2 \times 10^{-3},$$

$$\max \left\{ \frac{t}{r_n}, \frac{t}{r_k} \right\} \leq 2 \times 10^{-3},$$

$$\max \left\{ \frac{t}{r'_n}, \frac{t}{r'_k} \right\} \leq 2 \times 10^{-3},$$

тоді методична похибка визначення умовних розмірів несучільності в зоні **контролю** не перевищує припустимої похибки їх прямого вимірювання. Якщо вказані умови не виконуються, тоді умовні розміри несучільності повинні визначатися за спеціальною методикою з введенням поправок на розміри, що встановлені при контролі.

10.1.3 При скануванні зони **контролю** зварного з'єднання з різних поверхонь сканування та/або з різних сторін зварного шва належить використовувати відповідні системи координат, пов'язані зі зварним з'єднанням. Координати центра несучільності у зварному з'єднанні підлягають реєстрації у звітних документах із зазначенням системи координат, що використовувалась під час виявлення та вимірювання характеристик (параметрів) цієї несучільності. Припустимо реєструвати положення усіх несучільностей зварного з'єднання тільки в одній системі координат.

10.2 Вимоги до вибору параметрів **контролю**

10.2.1 Поверхню сканування, спосіб сканування прямим та/або відбитим променем та кут вводу перетворювача належить вибирати виходячи з умови забезпечення придатності до **контролю** зварного з'єднання. При скануванні прямим та/або відбитим променем, кут вводу перетворювача поперечної хвилі належить вибирати в залежності від товщини основного матеріалу деталей, які з'єднані зварюванням згідно з таблицею 10.1.

Таблиця 10.1 - Кути вводу перетворювачів поперечних хвиль

Товщина основного матеріалу, мм	Кут вводу перетворювача поперечних хвиль, кут. град.	
	при скануванні прямим променем	при скануванні відбитим променем
$8 \leq t < 15$	від 65 до 70	від 65 до 70
$15 \leq t < 40$	від 60 до 65	від 45 до 65
$40 \leq t < 65$	від 50 до 65	від 40 до 50
$65 \leq t \leq 100$	від 45 до 60	-

10.2.2 Робочу частоту перетворювача належить вибирати в залежності від товщини основного металу з'єднаних **зварних** деталей згідно з таблицею 10.2.

Таблиця 10.2 - Частота п'єзоелектричного перетворювача

Товщина основного матеріалу, мм	Частота перетворювача поперечної хвилі, МГц	Частота перетворювача поздовжньої хвилі, МГц
$8 \leq t < 15$	4	від 4 до 5
$15 \leq t < 40$	від 2 до 4	від 2 до 5
$40 \leq t \leq 100$	2	від 2 до 5

При цьому характеристика напрямку поля перетворювача повинна знаходитися у межах:

$$10 \leq f \times r < 30, \text{ МГц} \times \text{мм},$$

де f - робоча частота перетворювача;

r - радіус (половина розміру) п'єзоелементу перетворювача.

10.2.3 Діаметр опорного дискового відбивача належить вибирати в залежності від робочої частоти перетворювача та товщини основного матеріалу деталей, що з'єднані зварюванням згідно з таблицями 10.3 і 10.4.

Таблиця 10.3 - Діаметр опорного дискового відбивача, мм, при контролі перетворювачем поперечних хвиль

Робоча частота перетворювача, МГц	Товщина основного матеріалу, мм		
	$8 < t < 15$	$15 < t < 40$	$40 < t < 100$
$1,5 < f < 2,5$	-	$d=2$	$d=3$
$3 < f < 5$	$d=1$	$d=1,5$	-

Таблиця 10.4 - Діаметр опорного дискового відбивача, мм, при контролі перетворювачем поздовжніх хвиль

Робоча частота перетворювача, МГц	Товщина основного матеріалу, мм		
	$8 < t < 15$	$15 < t < 40$	$40 < t < 100$
$1,5 < f < 2,5$	-	$d=2$	$d=3$
$3 < f < 5$	$d=2$	$d=2$	$d=3$

10.3 Вимоги до настройки дефектоскопа

10.3.1 Настроювання часу розгортки А-скану повинна виконуватись з використанням калібрувального зразка № 2. При встановленому часі розгортки передні фронти послідовних імпульсів луна-сигналів від донної поверхні зразка № 2 повинні бути суміщені з відповідним маркуванням осі абсцис А-скану на екрані дефектоскопа, що забезпечує калібрування цієї шкали в одиницях відстані по акустичній осі пучка.

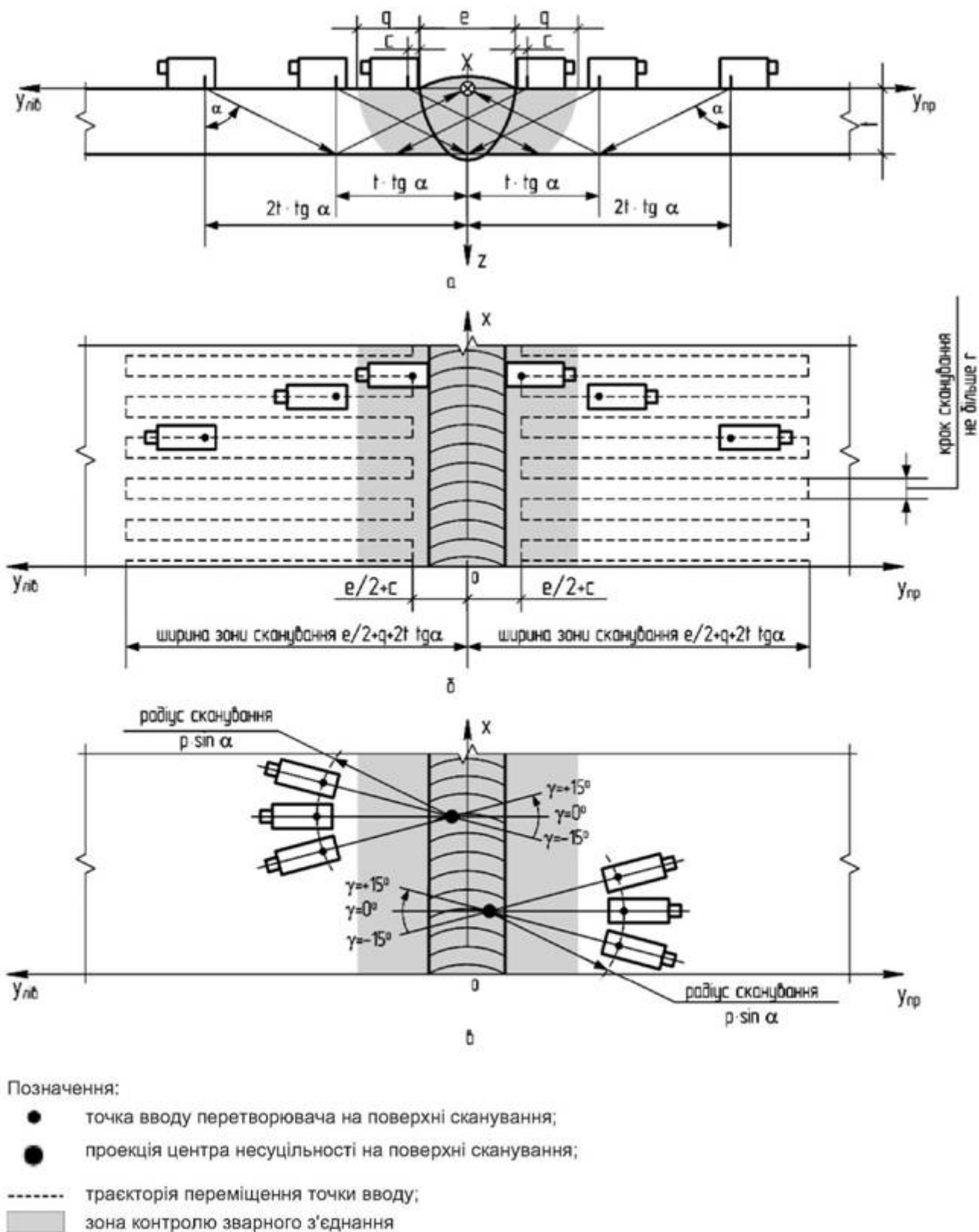
Примітка. Допускається виконувати безеталонну настройку часу розгортки за відомої швидкості розповсюдження ультразвукових хвиль у зварному з'єднанні.

10.3.2 Настроювання чутливості А-скану повинна виконуватись з використанням калібрувального зразка № 2 та АВД діаграм, що адаптовані до конкретного перетворювача. За встановленої чутливості значення амплітуди послідовних імпульсів луна-сигналів від донної поверхні зразка № 2 повинні співпадати з відповідними значеннями на АВД діаграмі, яка відповідає необмеженому діаметру дискового відбивача, розташованому на тих самих відстанях по центральній осі пучка, що і донна поверхня зразка № 2. При переключенні на АВД-діаграму, що відповідає діаметру опорного дискового відбивача, встановлюється опорний рівень для амплітуд луна-сигналів, значення яких відлічується по осі ординат А-скану на екрані дефектоскопа. За необхідності вводиться коригування встановленої чутливості з урахуванням впливу умов оточуючого середовища, стану поверхні сканування та затухання ультразвукових хвиль у матеріалі зварного з'єднання.

10.3.3 Настроювання часу розгортки та чутливості А-скану повинні забезпечувати можливість виявлення та оцінки по амплітуді луна-сигналу від несучільності в будь-якому місці зони **контролю** зварного з'єднання.

10.4 Вимоги до визначення параметрів індикації

10.4.1 При контролі **зварних** з'єднань повинні бути визначені чисельні значення параметрів індикацій всіх несучільностей, амплітуди луна-сигналів від яких перевищують рівень реєстрації.



а - траєкторія центрального променя при скануванні прямим та однократно відбитим променем; б - поперечно-поздовжня траєкторія точки вводу при спрямованому скануванні; в - кругова траєкторія точки вводу при не-спрямованому скануванні

Рисунок 10.1 - Схеми L-сканування

10.4.2 Наявність несучільностей у зварному з'єднанні встановлюється при поздовжньому L-скануванню та нормальному N-скануванню. При L-скануванні

виявляються та параметризуються поздовжні індикації, у яких кут між напрямком умовної протяжності та поздовжньою віссю зварного шва знаходиться у межах $0^\circ \pm 15^\circ$. При N-скануванні виявляються та параметризуються всі індикації незалежно від напрямку умовної протяжності.

10.4.3 Кут орієнтації перетворювача при L-скануванні повинен знаходитися в діапазоні $0^\circ \pm 15^\circ$. Траєкторії точки вводу на поверхні сканування та траєкторія центрального променя в нормальній поздовжній площині перетворювача з кутом орієнтації 0° наведені на рисунку 10.1. Параметри цих траєкторій повинні відповідати вказаним на тому самому рисунку.

10.4.4 Еквівалентна площа несучільності повинна вимірюватися за найбільшим значенням амплітуди луна-сигналу від несучільності.

10.4.5 Параметри луна-сигналу від несучільності з найбільшою амплітудою, а саме:

- координати точки вводу перетворювача;
- кут орієнтації перетворювача вимірюються за допомогою допоміжних вимірювальних інструментів.

Параметри того самого луна-сигналу, а саме:

- відстань від точки вводу до несучільності по акустичній осі пучка;
- амплітуда луна-сигналу вимірюються по А-скану на екрані дефектоскопа.

При цьому координати X, Y та Z центра несучільності повинні розраховуватися за вимірними параметрами луна-сигналу згідно з додатком А.

За наявності блока цифрової обробки сигналів, дефектоскоп забезпечує безпосереднє вимірювання:

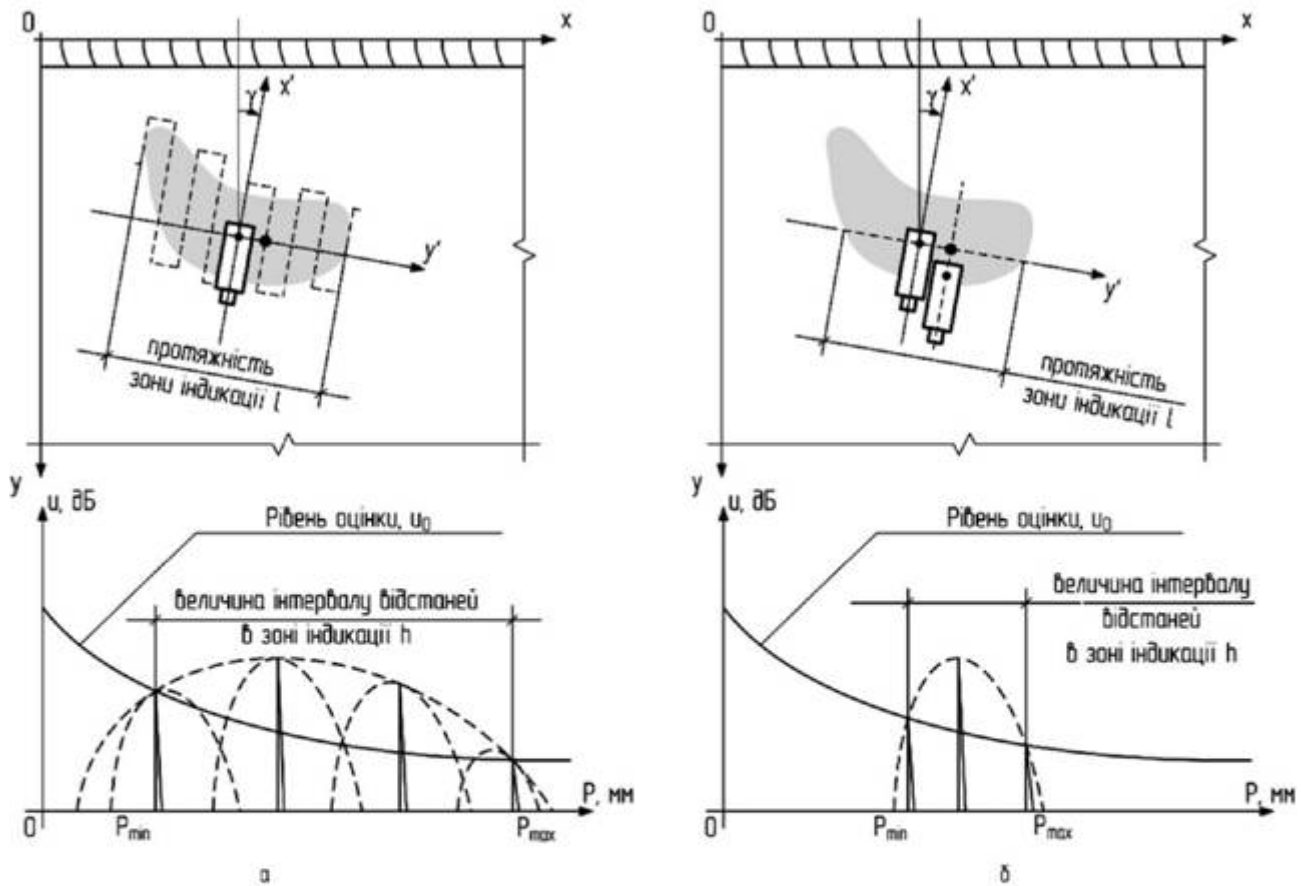
- відстані по поверхні сканування в напрямку поздовжньої осі перетворювача від точки вводу до проекції центра несучільності на цю поверхню;
- координати Z центра несучільності по глибині.

При цьому координати X та Y центра несучільності повинні вимірюватися за допомогою допоміжного вимірювального інструменту за відомим положенням проекції цього центра на поверхні сканування.

10.4.6 Умовні розміри несучільності повинні визначатися за протяжністю зони індикації та величиною інтервалу відстаней у зоні індикації. Протяжність зони індикації та величина інтервалу відстаней в зоні індикації повинні вимірюватися тільки при одному методі сканування прямим або однократно відбитим променем. Метод сканування повинен відповідати положенню перетворювача на поверхні вводу при найбільшій амплітуді луна-сигналу від несучільності. У цьому положенні перетворювача точка вводу та кут його орієнтації визначають, відповідно, центр та орієнтацію зони індикації.

10.4.7 Протяжність орієнтованої зони індикації повинна вимірюватися за відстанню на поверхні сканування між крайніми положеннями перетворювача, які встановлюються при спрямованому скануванні з траєкторією переміщення точки вводу згідно з рисунком 10.2.а. У крайніх положеннях перетворювача обвідна для всіх обвідних амплітуд луна-сигналів від несучільності при переміщенні точки вводу в зоні індикації вздовж поздовжньої осі перетворювача набуває значення, що дорівнює рівню оцінки.

Протяжність неорієнтованої зони індикації повинна вимірюватися за найбільшою відстанню на поверхні сканування між різними положеннями точки вводу на межі зони індикації. Найбільша відстань між різними діаметральними положеннями точки вводу на межі зони індикації визначається при скануванні з траєкторією переміщення точки вводу згідно з рисунком 10.3.а. У діаметрально протилежних положеннях точки вводу на межі зони індикації обвідна амплітуд луна-сигналів від несучільності при переміщенні точки вводу в зоні індикації вздовж діаметрального напрямку набуває значення, що дорівнює рівню оцінки. Позначається найбільша з вимірних відстаней між різними діаметральними положеннями точки вводу на межі зони індикації.



Позначення:

X, Y – поздовжня та поперечна осі зварного з'єднання;

X', Y' – поздовжня та поперечна осі перетворювача;

γ – кут орієнтації зони індикації, кут орієнтації перетворювача при спрямованому скануванні;

----- траєкторія переміщення точки вводу при спрямованому скануванні;

--- обвідні амплітуди луна-сигналу;

• точка вводу на поверхні сканування;

● зона індикації несучільності та її центр

а – точне визначення; б – приблизне визначення

Рисунок 10.2 - До визначення умовних розмірів несучільності при орієнтованій зоні індикації

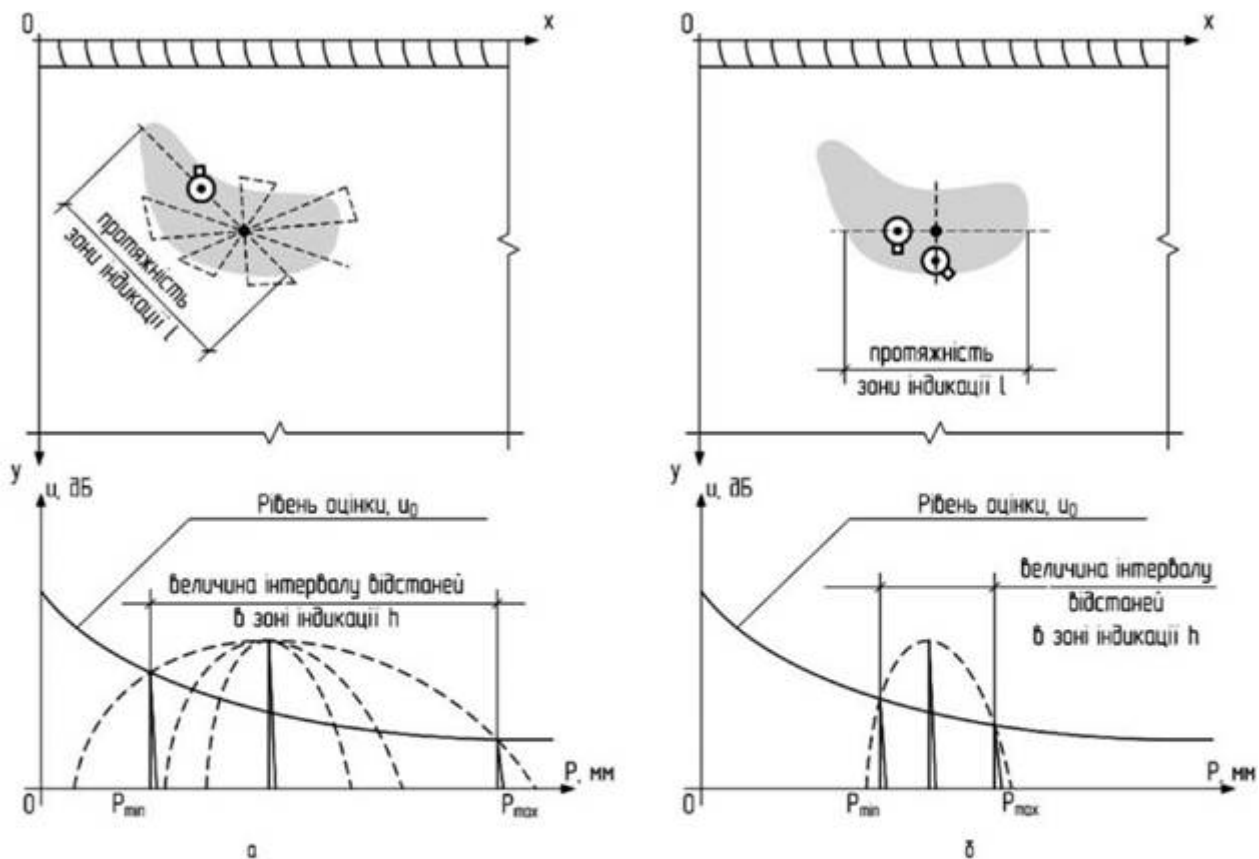
10.4.8 Величина інтервалу відстаней в зоні індикації повинна вимірюватися як різниця між найбільшою та найменшою відстанями, що відлічуються по осі абсцис А-скану дефектоскопа. При цих відстанях обвідна для всіх обвідних амплітуд луна-сигналів від несучільності на різних ділянках траєкторії переміщення точки вводу в зоні індикації набуває значення, що дорівнює рівню оцінки згідно з рисунками 10.2.а і 10.3.а.

Примітка до 10.4.7 та 10.4.8. У разі складності або неможливості вимірювань умовних розмірів несучільності згідно з вимогами 10.4.7 та 10.4.8 через умови контролю допускається визначення умовних розмірів несучільності як параметрів поздовжньої індикації відповідно до ГОСТ 14782 згідно з рисунками 10.2.б та 10.3.б.

10.4.9 Вимоги до виконання **ультразвукового контролю** різних типів зварних з'єднань першої та другої категорій наведені у додатку Б.

10.5 Вимоги до оцінки якості

10.5.1 Якість зварного з'єднання повинна оцінюватися за параметрами усіх виявлених під час **контролю** індикацій, еквівалентна площа яких перевищує рівень реєстрації.



Позначення:

- X, Y – поздовжня та поперечна осі зварного з'єднання;
- траєкторія переміщення точки вводу при спрямованому скануванні;
- обвідні амплітуди луна-сигналу;
- точка вводу на поверхні сканування;
- зона індикації несучільності та її центр

а – точне визначення; б – приблизне визначення

Рисунок 10.3 - До визначення умовних розмірів несучільності при неорієнтованій зоні індикації

Рівень реєстрації встановлюється в залежності від умовної протяжності несучільності згідно з таблицею 10.5 та рисунком 10.4 для **зварних** з'єднань першої категорії та згідно з таблицею 10.6 та рисунком 10.5 для з'єднань другої категорії.

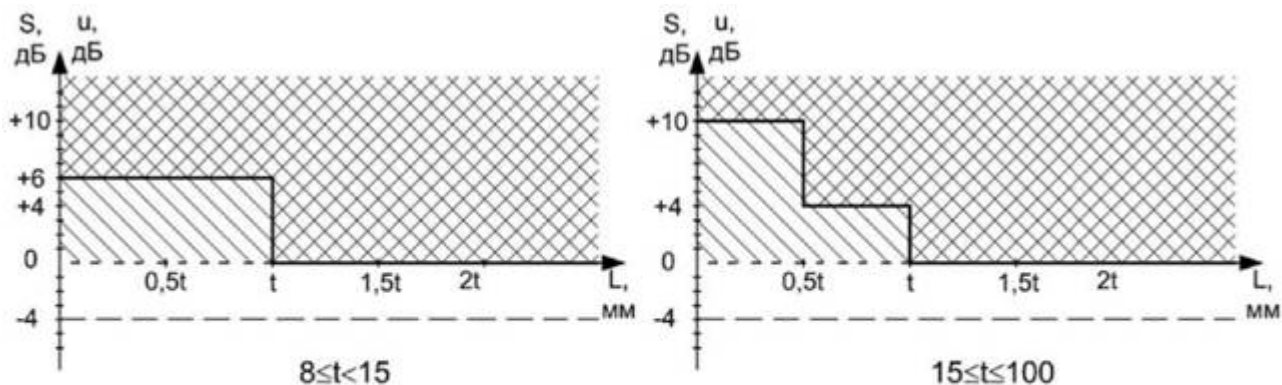
Норми оцінки якості встановлюються щодо параметрів окремої індикації, що реєструється, та щодо параметрів сукупності поздовжніх індикацій, що реєструються на кожній контрольній ділянці зварного з'єднання, відповідно до 10.5.2 та 10.5.3.

10.5.2 Дефектами у зварному з'єднанні першої категорії є окремі індикації або сукупність індикацій, параметри яких не відповідають хоча **б** одній з вимог, наведених нижче:

- еквівалентна площа несучільності не повинна перевищувати рівень приймання, який встановлюється в залежності від умовної протяжності несучільності згідно з таблицею 10.5 та рисунком 10.4;

- умовна висота несучільності не повинна перевищувати 20 % від найменшої номінальної товщини основного матеріалу деталей, що з'єднані зварюванням;

- сума умовних протяжностей несучільностей усіх поздовжніх індикацій на будь-якій контрольній ділянці зварного з'єднання завдовжки в 10 найменших номінальних товщин основного матеріалу деталей, що з'єднані зварюванням, не повинна перевищувати 20 % довжини контрольної ділянки.



Позначення:

— рівень приймання $u_{\text{П}}$, дБ
 - - - - рівень реєстрації $u_{\text{Р}}$, дБ
 - - - - рівень оцінки $u_{\text{О}}$, дБ

▨ область недопустимих параметрів несучільності
 ▨ область параметрів несучільності, що реєструються

Рисунок 10.4 - Графічна форма залежності рівнів приймання, реєстрації та оцінки від умовної протяжності окремої несучільності при різній товщині основного матеріалу

зварного з'єднання першої категорії

Таблиця 10.5 - Таблична форма залежності рівнів приймання, реєстрації та оцінки від умовної протяжності окремої несучільності для різних товщин основного матеріалу зварного з'єднання першої категорії

Товщина основного матеріалу, мм	$8 \leq t < 15$		$15 \leq t \leq 100$		
Умовна протяжність несучільності, мм	$0 \leq L < t$	$t \leq L$	$0 \leq L \leq 0,5t$	$0,5t \leq L < t$	$t \leq L$
Рівень приймання, дБ	$u_{\text{П}} = +6$	$u_{\text{П}} = 0$	$u_{\text{П}} = +10$	$u_{\text{П}} = +4$	$u_{\text{П}} = 0$
Рівень реєстрації, дБ	$u_{\text{Р}} = 0$		$u_{\text{Р}} = 0$		
Рівень оцінки, дБ	$u_{\text{О}} = -4$				

Примітка. Опорний рівень дорівнює 0 дБ.

10.5.3 Дефектами у зварному з'єднанні другої категорії є окремі індикації або сукупність індикацій, параметри яких не відповідають хоча б одній з нижченаведених вимог:

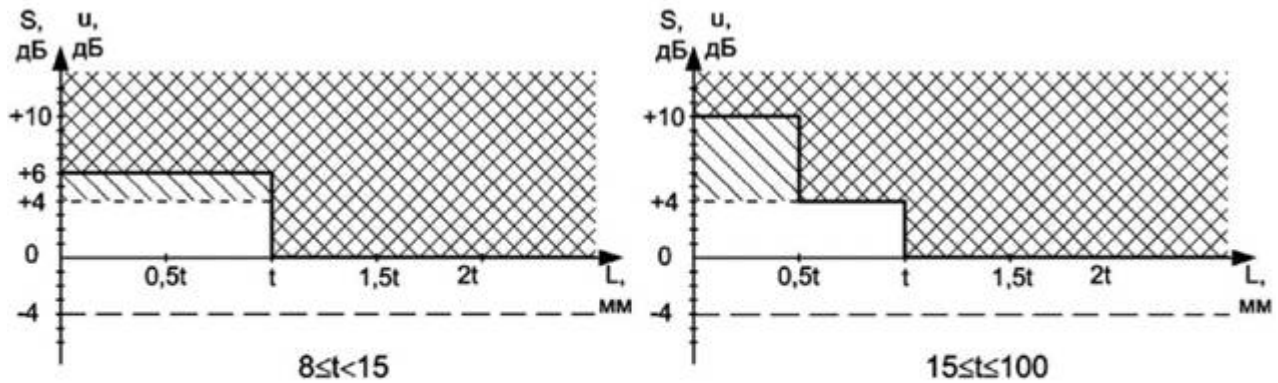
- еквівалентна площа несучільності не повинна перевищувати рівня приймання, який встановлюється в залежності від умовної протяжності несучільності, згідно з таблицею 10.6 та рисунком 10.5;
- умовна висота несучільності не повинна перевищувати 40 % від найменшої номінальної товщини основного матеріалу деталей, що з'єднані зварюванням;
- сума умовних протяжностей несучільності усіх поздовжніх індикацій на будь-якій контрольній ділянці зварного з'єднання протяжністю в 10 найменших номінальних товщин основного матеріалу деталей, що з'єднані зварюванням, не повинна перевищувати 20 % протяжності контрольної ділянки.

Таблиця 10.6 - Таблична форма залежності рівнів приймання, реєстрації та оцінки від умовної протяжності окремої несучільності для різних товщин основного матеріалу зварного з'єднання другої категорії

Товщина основного матеріалу, мм	$8 \leq t < 15$		$15 \leq t \leq 100$		
Умовна протяжність несучільності, мм	$0 \leq L < t$	$t \leq L$	$0 \leq L < 0,5t$	$0,5t \leq L < t$	$t < L$
Рівень приймання, дБ	$u_{\text{П}} = +6$	$u_{\text{П}} = 0$	$u_{\text{П}} = +10$	$u_{\text{П}} = +4$	$u_{\text{П}} = 0$

Рівень реєстрації, дБ	$i_p = +4$	$i_p = 0$	$i_p = +4$	$i_p = 0$
Рівень оцінки, дБ	$u_o = -4$			

Примітка. Опорний рівень дорівнює 0 дБ.



Позначення:

- рівень приймання u_p , дБ
- рівень реєстрації i_p , дБ
- рівень оцінки u_o , дБ
- область недопустимих параметрів несучільності
- область параметрів несучільності, що реєструються

Рисунок 10.5 - Графічна форма залежності рівнів приймання, реєстрації та оцінки від умовної протяжності окремої несучільності при різних товщинах основного матеріалу

зварного з'єднання другої категорії

11 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЮ

11.1 Результати **ультразвукового контролю зварних з'єднань** металоконструкцій повинні бути внесеними у звітні документи з **контролю**. Первинним звітним документом з **контролю** є Журнал **ультразвукового контролю**, на підставі записів у якому оформлюються Протоколи **ультразвукового контролю**.

11.2 Запис у Журналі **ультразвукового контролю** кожного зварного з'єднання повинен мати посилання на цей стандарт.

11.3 Протокол **ультразвукового контролю** кожного зварного з'єднання повинен мати посилання на цей стандарт та містити дані, що перелічені у додатку В.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ЦЕНТРА НЕСУЦІЛЬНОСТІ

ЗА ПАРАМЕТРАМИ ЛУНА-СИГНАЛУ

Луна-сигнал від несущільності, отриманий при ультразвуковому контролі методом відбиття, характеризується сукупністю наступних параметрів:

- координатами X_B, Y_B точки вводу перетворювача, мм;
- кутами вводу α та орієнтації γ у перетворювача, кут. град.;
- відстанню p від точки вводу до несущільності вздовж акустичної осі пучка, мм;
- амплітудою u луна-сигналу від несущільності, дБ.

Чисельні значення цих параметрів установлюються прямими вимірюваннями за допомогою основних та допоміжних вимірювальних засобів, які наведені в розділі 6 цього стандарту.

На підставі результатів вимірювання параметрів X_B, Y_B, α, γ та p луна-сигналу від несущільності з найбільшою амплітудою $u = u_{\max}$ розраховуються координати X, Y та Z положення центра несущільності в зварному з'єднанні.

У системі координат, що пов'язана зі зварним з'єднанням, згідно з 10.1 цього стандарту координати X, Y та Z центра несущільності визначаються за формулами:

- при скануванні зони **контролю** однократно відбитим променем, де t - товщина основного матеріалу деталі зварного з'єднання, поверхня якої є поверхнею вводу:

$$X = x_B + p \sin \alpha \sin \gamma, \text{ мм,}$$

$$Y = y_B - p \sin \alpha \cos \gamma, \text{ мм,}$$

$$Z = 2t - p \cos \alpha, \text{ мм.}$$

- при скануванні зони **контролю** прямим променем:

$$X = x_B + p \sin \alpha \sin \gamma, \text{ мм,}$$

$$Y = y_B - p \sin \alpha \cos \gamma, \text{ мм,}$$

$$Z = p \cos \alpha, \text{ мм;}$$

Примітка 1. У правій системі координат додатній кут орієнтації перетворювача $\gamma > 0^\circ$ відповідає його повороту від початкового положення при $\gamma = 0^\circ$ навколо нормальної осі за годинниковою стрілкою, якщо дивитись на поверхню сканування та перетворювач із боку від'ємного напрямку цієї осі.

У лівій системі координат, додатній кут орієнтації перетворювача $\gamma > 0^\circ$ відповідає його повороту від початкового положення при $\gamma > 0^\circ$ навколо нормальної осі проти годинникової стрілки, якщо дивитись на поверхню сканування та перетворювач з боку від'ємного напрямку цієї осі.

Примітка 2. При незмінних значеннях кутів вводу $\alpha < 90^\circ$ та орієнтації перетворювача γ , між параметрами X_B, Y_B і p луна-сигналу від несущільності та координатами X, Y і Z точки відбиття по центральному променю існує взаємно-однозначна відповідність. Це дозволяє розглядати параметри X, Y_B і p луна-сигналу як просторові координати точки відбиття несущільності та визначати умовні розміри несущільності за розмірами її зони індикації на поверхні сканування та за величиною інтервалу відстаней у

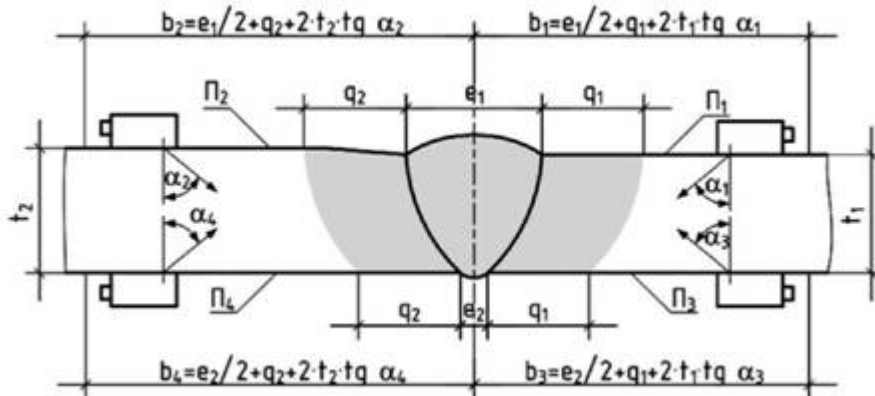
тій самій зоні.

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

**ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ РІЗНИХ ТИПІВ
ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ**

Вимоги до виконання **ультразвукового контролю** різних типів **зварних з'єднань** першої та другої категорії викладені:

- у таблиці Б.1 та на рисунку Б.1 для стикового з'єднання;
- у таблиці Б.2 та на рисунку Б.2 для таврового з'єднання;
- у таблиці Б.3 та на рисунку Б.3 для кутового з'єднання;
- у таблиці Б.4 та на рисунку Б.4 для напускового з'єднання.



Позначення:

$\Pi_1 \div \Pi_4$ - поверхні сканування;

$b_1 = e_1/2 + q_1 + 2t_1 \operatorname{tg} \alpha_1$ - ширина зони L-сканування прямим та однократно відбитим променем на поверхні вводу Π_1 ;

$b_2 = e_1/2 + q_2 + 2t_2 \operatorname{tg} \alpha_2$ - те саме Π_2 ;

$b_3 = e_2/2 + q_1 + 2t_1 \operatorname{tg} \alpha_3$ - те саме Π_3 ;

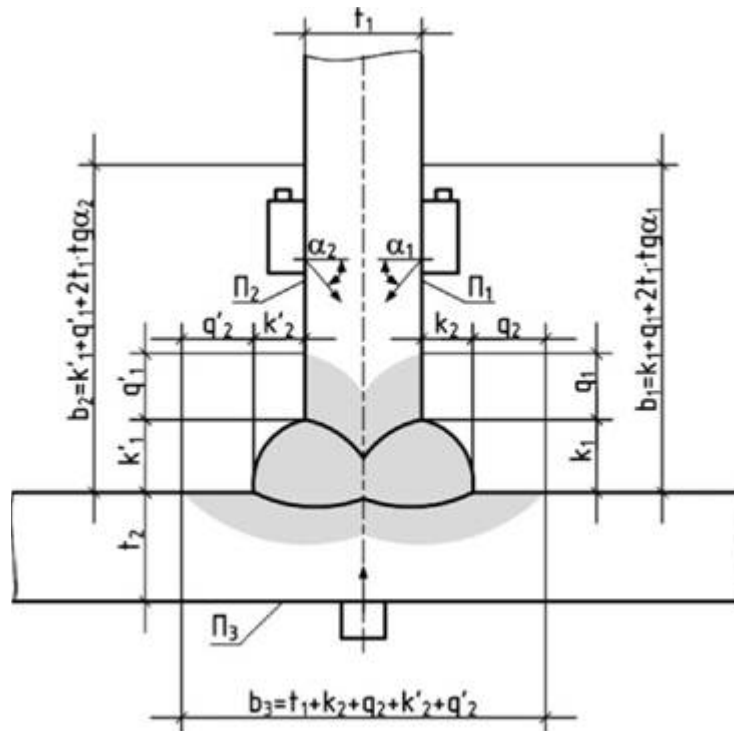
$b_4 = e_2/2 + q_2 + 2t_2 \operatorname{tg} \alpha_4$ - те саме Π_4 .

Рисунок Б.1 - Стикове зварне з'єднання

Таблиця Б.1 - Стикове зварне з'єднання

Категорія зварного з'єднання	Найменша товщина основного матеріалу, мм	L-сканування		N-сканування	Загальна кількість сканувань одним перетворювачем
		кількість перетворювачів із різними кутами вводу	поверхня вводу згідно з рисунком Б.1	поверхня вводу згідно з рисунком Б.1	

Перша	$8 \leq t < 15$	1	П ₁ та П ₂ або П ₃ та П ₄	-	2
	$15 \leq t < 40$	1		-	2
	$40 \leq t \leq 100$	2		-	4
Друга	$8 \leq t < 15$	1		-	2
	$15 \leq t < 40$	1		-	2
	$40 \leq t \leq 100$	1		-	2



Позначення:

П₁÷П₃ - поверхні сканування;

$b_1 = k'_1 + q_1 + 2t_1 \operatorname{tg} \alpha_1$ - ширина зони L-сканування прямим та відбитим променем на поверхні вводу П₁;

$b_2 = k'_1 + q_1 + 2t_1 \operatorname{tg} \alpha_2$ - те саме П₂;

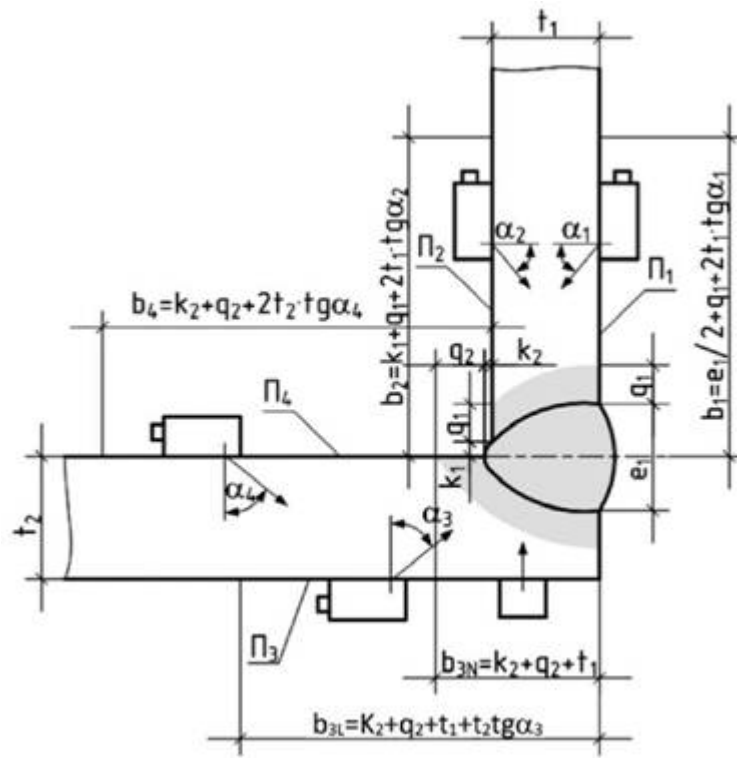
$b_3 = t_1 + k_2 + q_2 + k'_2 + s'_2$ - ширина зони N-сканування на поверхні вводу П₃.

Рисунок Б.2 - Таврове зварне з'єднання

Таблиця Б.2 - Таврове зварне з'єднання

Категорія зварного з'єднання	Найменша товщина основного матеріалу, мм	L-сканування		N-сканування	Загальна кількість сканувань одним перетворювачем
		кількість перетворювачів із різними кутами вводу	поверхня вводу згідно з рисунком Б.2	поверхня вводу згідно з рисунком Б.2	
	$8 \leq t < 15$	1	П ₁ або П ₂	П ₃	2

Перша	$15 \leq t < 40$	1	Π_1 та Π_2	Π_3	3
	$40 \leq t \leq 100$	2	Π_1 та Π_2	Π_3	5
Друга	$8 \leq t < 15$	1	Π_1 або Π_2	-	1
	$15 \leq t < 40$	1	Π_1 або Π_2	Π_3	2
	$40 \leq t \leq 100$	1	Π_1 та Π_2	Π_3	3



Позначення:

$\Pi_1 \div \Pi_4$ - поверхні сканування;

$b_1 = e_1/2 + q_1 + 2t_1 \operatorname{tg} \alpha_1$ - ширина зони L-сканування прямим та відбитим променем на поверхні вводу Π_1 ;

$b_2 = k_1 + q_1 + 2t_1 \operatorname{tg} \alpha_1$ - те саме Π_2 ;

$b_{3L} = k_2 + q_2 + t_1 + t_2 \operatorname{tg} \alpha_3$ - ширина зони L-сканування прямим променем на поверхні вводу Π_3 ;

$b_{3N} = k_2 + q_2 + t_1$ - ширина зони N-сканування на поверхні вводу Π_3 ;

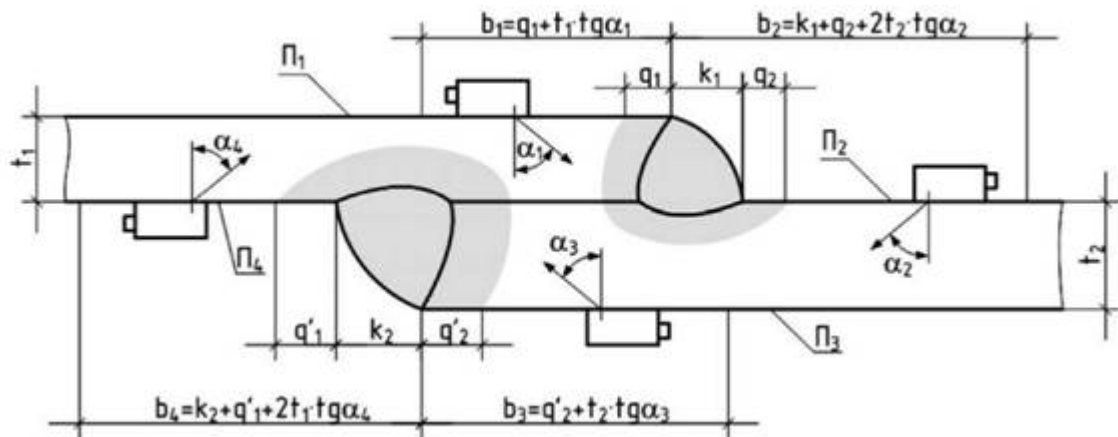
$b_4 = k_2 + q_2 + 2t_2 \operatorname{tg} \alpha_4$ - ширина зони L-сканування відбитим променем на поверхні вводу Π_4

Рисунок Б.3 - Кутове зварне з'єднання

Таблиця Б.3 - Кутове зварне з'єднання

Категорія зварного з'єднання	Найменша товщина основного матеріалу, мм	L-сканування		N-сканування	Загальна кількість сканувань одним перетворювачем
		кількість перетворювачів із різними кутами вводу	поверхня вводу згідно з рисунком Б.3	поверхня вводу згідно з рисунком Б.3	
	$8 \leq t < 15$	1	Π_1 або Π_2 або Π_3 або Π_4	-	1

Перша	$15 \leq t < 40$	2	П1 або П2 або П3 або П4	П3	3
	$40 \leq t \leq 100$	2	П1 або П2 та П3 або П4	П3	5
Друга	$8 \leq t < 15$	1	П1 або П2 або П3 або П4	-	1
	$15 \leq t < 40$	1	П1 або П2 або П3 або П4	П3	2
	$40 \leq t \leq 100$	1	П1 або П2 та П3 або П4	П3	3



Позначення:

П₁÷П₄ - поверхні сканування;

$b_1 = q_1 + t_1 \operatorname{tg} \alpha_1$ - ширина зони L-сканування прямим променем на поверхні вводу П₁;

$b_2 = k_1 + q_2 + 2t_2 \operatorname{tg} \alpha_2$ - ширина зони L-сканування відбитим променем на поверхні вводу П₂;

$b_3 = q'_2 + t_2 \operatorname{tg} \alpha_3$ - ширина зони L-сканування прямим променем на поверхні вводу П₃; $b_4 = k_2 + q'_1 + 2t_1 \operatorname{tg} \alpha_4$ - ширина зони L-сканування відбитим променем на поверхні вводу П₄

Рисунок Б.4 - Напускове зварне з'єднання

Таблиця Б.4 - Напускове зварне з'єднання

Категорія зварного	Найменша товщина основного	L-сканування		N-сканування	Загальна кількість сканувань
		кількість перетворювачів	поверхня вводу згідно з	поверхня вводу згідно з	

з'єднання	матеріалу, мм	із різними кутами вводу	рисунком Б.4	рисунком Б.4	одним перетворювачем
Перша	$8 \leq t < 15$	1	П1 або П2 та П3 або П4	-	2
	$15 \leq t < 40$	1	П1 та П2 та П3 та П4	-	4
	$40 \leq t \leq 100$	2	П1 та П2 та П3 та П4	-	8
Друга	$8 \leq t < 15$	1	П1 або П2 та П3 або П4	-	2
	$15 \leq t < 40$	1	П1 або П2 та П3 або П4	-	2
	$40 \leq t \leq 100$	1	П1 або П2 та П3 або П4	-	2

ДОДАТОК В
(обов'язковий)

**ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ ПРОТОКОЛУ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ
ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ**

В.1 Протокол **ультразвукового контролю** зварного з'єднання повинен містити такі розділи:

- загальні відомості;
- **об'єкт контролю**;
- засоби та методи **контролю**;
- результати **контролю**;
- висновки.

В.2 Розділ "загальні відомості" повинен включати:

- назву організації, що замовила контроль;
- назву організації, що виконала контроль;
- прізвище, ім'я та по-батькові фахівця (фахівців), що виконує контроль, рівень його кваліфікації з посиланням на кваліфікаційне посвідчення та сертифікат компетентності (№, термін дії);
- етап життєвого циклу конструкції, на якому виконано контроль зварного з'єднання (виготовлення, монтаж, ремонт або експлуатація);
- місце та дату виконання **контролю**.

В.3 Розділ "**Об'єкт контролю**" повинен включати:

- ідентифікацію зварного з'єднання із зазначенням його положення у складі зварної конструкції;
- тип зварного з'єднання з посиланням на відповідний стандарт;
- матеріал зварного з'єднання з посиланням на відповідний стандарт;
- спосіб зварювання та термообробки зварного з'єднання з посиланням на відповідні стандарти;
- ескіз зварного з'єднання із зазначенням розмірів, поверхонь сканування та систем координат зварного з'єднання, що використовуються при контролі;
- групу придатності до **контролю** зварного з'єднання з посиланням на цей стандарт;
- характеристику стану поверхонь сканування.

В.4 Розділ "**Засоби та методи контролю**" повинен включати:

- посилання на цей стандарт та (у разі необхідності) на спеціальну методичку та технологічну карту **контролю**;
- найменування та ідентифікацію основних засобів **контролю** з переліком усіх перетворювачів, що використовуються при контролі;
- найменування та ідентифікацію допоміжних вимірювальних засобів **контролю** та контактної рідини;
- **об'єм контролю**, що виконується, з посиланням на відповідний нормативний документ;
- умови виконання **контролю** із зазначенням (у разі необхідності) температури навколишнього середовища та поверхонь сканування зварного з'єднання;
- значення площі опорного дискового відбивача, що використовується при контролі, мм²;
- значення кутів вводу кожного перетворювача, що використовується при контролі, кут. град.;

- значення робочої частоти кожного перетворювача, що використовується при контролі, МГц.

В.5 Розділ "Результати контролю" повинен включати:

- значення усіх параметрів кожної окремої індикації, яка підлягає реєстрації;
 - оцінку відповідності/невідповідності параметрів кожної окремої індикації вимогам стандарту;
 - оцінку відповідності/невідповідності параметрів сукупності окремих індикацій вимогам стандарту;
- вказівку на систему координат (поверхню сканування) зварного з'єднання, яка використовувалась при виявленні та визначенні положення центра кожної окремої індикації;
- вказівку на спосіб сканування (L/N-сканування) зварного з'єднання, який використовувався при виявленні кожної окремої індикації;
- вказівку на кут вводу перетворювача при L-скануванні зварного з'єднання, який використовувався при виявленні кожної окремої індикації;
- вказівку на товщину основного матеріалу зварного з'єднання, яка прозвучувалась при виявленні кожної окремої індикації;
- вказівки на основні параметри настройки дефектоскопа (підсилення опорне та підсилення реєстрації), які використовувались при виявленні кожної окремої індикації;
- дефектограму усіх окремих зареєстрованих індикацій із зазначенням їх параметрів (за необхідності);
- схеми сканування зони контролю зварного з'єднання (у разі необхідності).

В.6 Розділ "Висновки" повинен містити висновок про відповідність/невідповідність результатів **ультразвукового контролю** зварного з'єднання вимогам цього стандарту. Записи в Протоколі контролю підписуються фахівцем, який безпосередньо проводив цей контроль. Висновки про відповідність/невідповідність результатів **ультразвукового контролю** зварного з'єднання вимогам цього стандарту має право робити фахівець не нижче II рівня кваліфікації з **ультразвукового контролю**, що підтверджується його підписом.

ДОДАТОК Г

(додатковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

ДСТУ [1.5:2003](#) Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів (ISO/IEQ Directives, Part 2:2001, NEQ)

ДСТУ EN 583-1-2001 Неруйнівний контроль. Ультразвуковий контроль. Частина 1. Загальні вимоги

ДСТУ EN 1712-2005 Неруйнівний контроль **зварних** з'єднань. Контроль **зварних** з'єднань ультразвуковий. Рівні приймання

ДСТУ EN 1713-2005 Неруйнівний контроль **зварних** з'єднань. Контроль ультразвуковий. Характеристика індикацій дефектів **зварних** швів

ДСТУ EN 1714-2005 Неруйнівний контроль **зварних** з'єднань. Контроль **зварних** з'єднань ультразвуковий

ISO 5817:2003 Welding - Fusion welding joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections (Зварювання. Зварні шви при зварюванні плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (за винятком променевого зварювання). Рівні якості в залежності від дефектів шва)

ISO 5817:2003/cor1:2006 Сварка. Сварные швы при сварке плавлением стали, никеля, титана и других сплавов (лучевая сварка исключена). Уровни качества в зависимости от дефектов шва. Техническая поправка 1 (Зварювання. Зварні шви при зварюванні плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (за винятком променевого зварювання). Рівні якості в залежності від дефектів шва. Технічна поправка 1)

Ланге Ю.В., Воронков В.А. Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения. Справочник (Контроль неруйнівний акустичний. Терміни та визначення. Довідни

Код УКНД: 25.160.40; 91.080

Ключові слова: металеві конструкції, сталеві конструкції, зварні з'єднання, ультразвуковий контроль, луна-метод, дефектоскоп, електроакустичний перетворювач, АВД-діаграма.