

**Г.М. СУЧКОВ**, доктор техн. наук, НТУ «ХП», Харків  
**В.М. ЄРОЩЕНКОВ**, студент, НТУ «ХП», Харків  
**Е.В. МІЩАНЧУК**, студент, НТУ «ХП», Харків  
**К.Л. НОЗДРАЧОВА**, асистент, НТУ «ХП», Харків  
**Н.В. ТИТОВА**, к.т.н., доц., БУМіБ, Бердянськ

### МОЖЛИВІСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ БЕЗ ВИДАЛЕННЯ ФАРБОВОГО ПОКРИТТЯ

Виконано дослідження спрямовані на розробку технології ультразвукового контролю виробів із зварними швами при відсутності операцій зачистки поверхні металу від фарби. Визначено умови, за яких можлива реалізація нової технології.

The studies aimed at developing technology ultrasonic testing products with welds in the absence of operations stripping paint from metal surfaces. The conditions under which the possible implementation of new technology.

**Вступ.** Рівень промислового розвитку провідних країн на сучасному етапі характеризується не тільки об'ємом виробництва та асортиментом випущеної продукції, але і показниками її якості. Ось чому одна з найважливіших задач у промисловості - це постійне покращення якості випущеної продукції. Сучасна технологія нараховує сотні різноманітних способів зварювання. Якість зварних з'єднань перевіряють вибірковими руйнівними та неруйнівними випробуваннями за допомогою радіаційних, ультразвукових, магнітних, електромагнітних та інших методів контролю. Проведені в останні роки роботи показують, що якість зварних з'єднань коливається у широкому діапазоні і в окремих галузях промисловості та будівництві може бути недостатньою [1]. Тому постає проблема якісного, достовірного і безпечного контролю зварних з'єднань. Важливе значення має розроблення методів, які б дозволяли визначати дефекти в зварних з'єднаннях з достатньою достовірністю при малих втратах часу на проведення дефектоскопії. Аналіз операцій підготовки та проведення контролю показав, що суттєві втрати часу відбуваються в процесі підготовки поверхні введення ультразвукових імпульсів в об'єкт контролю – його зачистки. Тому робота, направлена на розробку технології контролю зварних швів, без видалення фарбового покриття з поверхні металу, є актуальною.

**Основна частина.** Під час первинних досліджень і розробки методу контролю використані зрізці з вуглецевих і марганцевистих сталей з товщиною від 10 до 100 мм, в яких виготовлені зварні з'єднання з повним проплавленням. Подальші дослідження виконані на реальних промислових об'єктах – корпусах суден, будівельних конструкціях, нафто- та газопроводах та ін., поверхня яких була захищена від корозійних уражень фарбою з різною

товщиною нанесеного шару. Дослідження виконані спеціалістом 2 рівня з ультразвукового контролю. Контроль проводився дефектоскопом УД4-Т прямими і похилими перетворювачами поздовжніх і поперечних хвиль з кутим введення  $0^\circ \pm 1,5^\circ$ ;  $45^\circ \pm 1,5^\circ$ ;  $60^\circ \pm 1,5^\circ$  та  $70^\circ \pm 2^\circ$  робочою частотою від 2 до 5 МГц. Для настроювання параметрів дефектоскопа: лінійності розгортки; лінійності підсилення прийомного тракту (результати настроювання наведено в таблиці 1).

Таблиця 1 Допустимі обмеження лінійності посилення дефектоскопу

Посилення, дБ	Висота сигналу на екрані, %	Обмеження
+2	101	Не менше ніж 95%
0	80	(опорна лінія, вісь координат)
-6	40	Від 37% до 43%
-12	20	Від 17% до 23%
-18	10	Від 8% до 12%
-24	5	нижче 8%, який бачимо

Налаштування параметрів контролю та дефектоскопу виконувалося на стандартних зразках за ISO V1 і V2 та двох, однакових за характеристиками, спеціальних зразках, дані яких наведені в таблиці 2. Кожен спеціальний контрольний зразок (КЗ) не повинен мати внутрішніх дефектів і повинен бути виготовлений з того ж матеріалу, що й об'єкт контролю. КЗ повинен бути забезпечений сертифікатом, що підтверджує марку матеріалу, з якого він виготовлений, і метрологічним свідоцтвом про його основні геометричні розміри. На одному з таких зразків на поверхні введення УЗ імпульсів було нанесено шар фарби. Матеріал покриття і технологія його нанесення повинні бути такими ж, як на об'єкті контролю. В КЗ виготовлені моделі дефектів у вигляді бічних циліндричних свердлін.

Час дії розгортки дефектоскопа вибирається таким, щоб перекрити мінімум 1.25 S зони сканування. Необхідний розмір зони сканування (S) залежить від товщини об'єкта і обчислюється таким чином:

$$S = 2Tt\alpha,$$

де T - товщина об'єкта контролю;

$\alpha$  - кут введення акустичних імпульсів похилим перетворювачем.

Для визначення зміни амплітуди луна-сигналу від бокового

свердління в контрольному зразку, при зміні відстані до свердління, будується крива дистанційно-амплітудного коригування (DAC-крива). Положення перетворювачів та їх позиції відносно моделі дефекту, як показано на рис. 1.

Таблиця 2 Вимоги до спеціальних контрольних зразків

Товщина контролюємого матеріалу (мм)	Товщина зразка (мм)	Діаметр бокового свердління (мм)	Відстань від свердління до однієї з поверхонь зразка (мм)
$10 < t \leq 50$	40 або T	$\varnothing 3 \pm 0.2$	T/2 і T/4
$50 < t \leq 100$	75 або T		

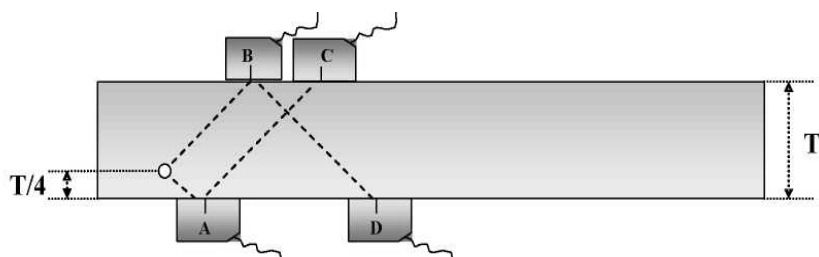


Рис. 1. Схема побудови DAC – кривої на КЗ без фарбового покриття

Зображення побудованої DAC – кривої наведено на рис.2.

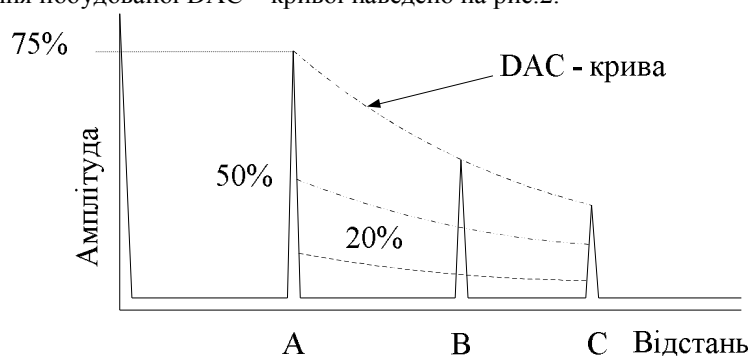


Рис.2. Типове зображення контрольної DAC – кривої

Контрольна крива DAC будується окремо для прямих і похилих

перетворювачів. Для похилих перетворювачів луна-сигнал, відбитий від просвердленого отвору в КЗ максимізується, і регулятор посилення встановлюється так, щоб амплітуда луна-сигналу становила 75% розміру екрана дефектоскопа (ПВЕ). Налагоджене посилення називається первинним посиленням, встановлюється на різних відстанях до відбивача, як вказано на рис.1, або аналогічних. Відповідні амплітуди луна-сигналу відзначаються на екрані. Ці точки пов'язані лінією з рівномірно розподіленими параметрами, що має довжину розгортки і охоплює необхідну область сканування. Ця лінія і є контрольна крива DAC. Перша точка DAC повинна бути обрана так, щоб відстань від точки введення променя до свердління було не менш ніж 0.6 N (N - довжина стріли датчика в ближній зоні). Коли DAC налаштована, дві додаткові криві, 20% і 50% DAC, відображаються на екрані. У місцях, де DAC через значну відстань від перетворювача до моделі дефекту (свердління) зменшується нижче 25% ПВЕ, посилення на цій ділянці має бути збільшене, і створена нова крива DAC, рис.3.

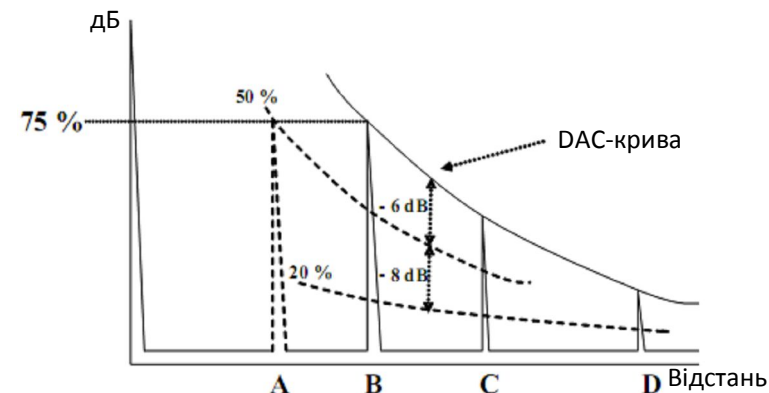


Рис. 3. DAC – крива у випадку значного послаблення ультразвукового сигналу в матеріалі КЗ

Якщо ультразвуковий дефектоскоп оснащений часовим регулюванням чутливості, то у цьому випадку може бути створена DAC-крива у вигляді горизонтальної лінії по всій довжині розгортки.

Подальше налаштування дефектоскопу виконується на контролюємому об'єкті поза зоною званого з'єднання, як це показано на рис.4. Скановані поверхні повинні бути чистими і гладкими, вільні від бруду, окалини, іржі, бризок зварювання, і т.д., що може вплинути на результати контролю.

Для надійного контролю використовується та ж контактна рідина, що і для калібрування. Температура контрольованого об'єкту повинна бути між 0° і 40°. Поза цими межами дефектоскоп і датчики потрібно настроювати на

контрольному стандартному зразку з тією ж температурою контрольованого вузла. Будь-яка можлива розбіжність у затуханні і характері поверхні між стандартним зразком і контрольованим об'єктом повинна бути перевірена. Перевірка проводиться таким методом. Використовуються два похилих перетворювача того ж типу, що й під час тестування. Датчики розміщуються на об'єкті контролю, як показано на рис.4.

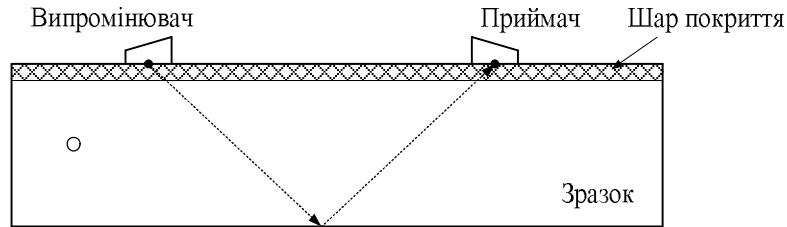


Рис. 4. Пояснення принципу корегування чутливості дефектоскопу та матеріалу контролюемого виробу з нанесеною фарбою на поверхню введення ультразвукових імпульсів

Один з перетворювачів працює як випромінювач, у той час як другий діє як приймач. Перший луна-сигнал доведений до максимуму і за допомогою регулювання посилення налаштовується до досягнення DAC. Відзначається настройка підсилення. Не змінюючи цю настройку підсилення, перетворювачі переміщують на стандартний зразок. Луна-сигнал регулюється до досягнення DAC-кривої, та відзначається налаштування посилення. Різниця в амплітуді луна-сигналу між двома матеріалами може бути визначена за допомогою атенюатора. При цьому вживають наступні заходи:

- якщо різниця показань атенюатора на КЗ і об'єкті контролю менше 2 дБ, коригування не потрібно.

- якщо різниця більше 2 дБ, але менше 12 дБ, її необхідно відрегулювати шляхом збільшення чутливості на визначену різницю.

- якщо послаблення донного сигналу перевищує 12 дБ, необхідно розглянути причину, і виконати подальшу підготовку сканованих поверхонь до проведення контролю, якщо це є доцільним.

Подальші операції контролю проводяться за загальними засадами.

**Висновок.** Встановлена можливість ультразвукового контролю зварних швів без видалення фарбового покриття.

**Список літератури: 1.** Неразрушающий контроль : справочник в 7 т. Т. 3. Ультразвуковой контроль / В.В. Клюев, И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге ; под ред. В.В. Клюева. – М. : Машиностроение, 2004. – 864 с.

*Поступила в редколлегию 20.05.11*