

**Дата: 12.10.2021**

**Група: 43**

**Предмет: Спецтехнології**

## **УРОК 119**

**Тема: Пори, шлакові включення, непровари**

**Мета:**

- Ознайомлення з основними поняттями: сила, напруга, деформація.
- Вивчити послідовність підготовчих робіт
- Виховати зацікавленість та компетентність до обраної професії.

Починаючи вивчати тему ЕРЗ-3.1.4. Усування дефектів, що виникли при виконанні ручного дугового зварювання, наплавлення та повітряно-дугового різання, звертаємо увагу на те, що для успішного виконання завдань по усуванню дефектів, що виникли при виконанні ручного дугового зварювання, наплавлення та повітряно-дугового різання, необхідно спочатку оволодіти теорією та добре орієнтуватися в фізичних та хімічних властивостях різних металів та сплавів.

### **Дефекти зварних з'єднань**



Дефекти зварних з'єднань — будь-які відхилення від заданих нормативними документами параметрів з'єднань при зварюванні, що утворилися внаслідок порушення вимог до зварювальних матеріалів, підготовки, складання і зварювання деталей, термічної та механічної обробки зварних з'єднань й конструкції в цілому. *неякісно виконане зварне з'єднання (не повний пропар, нерівна поверхня та нерівномірна ширина шва, бризки металу)*

### **Основні причини**

За даними Американського товариства інженерів-механіків (ASME) причини дефектів зварювання розподіляються так: 45 % — помилки вибору технології зварювання, 32 % — помилки зварювальника, 12 % — збої у роботі зварного обладнання, 10 % — неправильне підібрані зварювальні матеріали, 1 % — інше.

### **Класифікація дефектів за геометричними ознаками**

Класифікація дефектів викладена у ДСТУ 3491-96, а також у ДСТУ EN ISO 6520-1:2015, що відповідає стандарту ISO 6520.

Дефекти, що виникають при утворенні зварних з'єднань, поділяють на шість груп:

1. **Тріщини** (код дефекту за ДСТУ 3491-96 — 100, код дефекту за класифікацією Міжнародного інституту зварювання — E) — порушення суцільності, викликане місцевим розривом шва, що може виникнути в результаті охолодження або впливу навантажень.

- Пори** (200, A) — порушення суцільності довільної форми, утворене газами, що затримались у розплавленому металі, яка не має кутів.
- Тверді включення** (300) — тверді сторонні металеві чи неметалеві речовини у металі зварного шва. Включення, які мають хоча б один гострий кут, називаються гострокутними включеннями.
- Несплавлення** (401) та **непровар** (402) — відсутність з'єднання між металом зварного шва і основним металом або між окремими валиками зварного шва.
- Порушення форми шва** (500) — відхилення форми зовнішніх поверхонь зварного шва або геометрії з'єднання від усталеного значення.
- Інші дефекти** (600) — усі дефекти, що не можуть бути віднесені до однієї з перелічених вище груп.

## Тріщини

Зони зварного з'єднання:



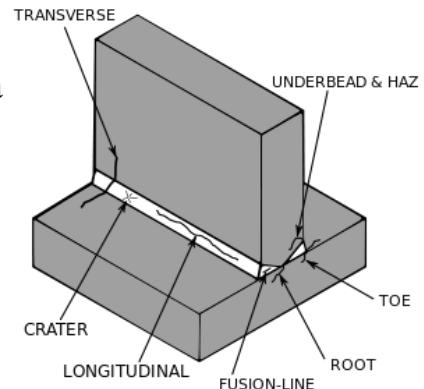
Основний метал — світло-сірий  
Зона термічного впливу — сірий  
Метал зварного шва — темно-сірий

Варіанти розташування тріщин у зварному з'єднанні Тріщини, що виникають у зварних з'єднаннях можуть виникати у металі зварного шва, зоні термічного впливу та основному металі.

## Класифікація тріщин за розташуванням

Залежно від орієнтації тріщини поділяються на:

- поздовжні* (101, Ea) — зорієнтовані паралельно до осі зварного шва. Переважно обумовлюються високими усадковими механічними напруженнями<sup>[6]</sup>;
- поперечні* (102, Eb) — зорієнтовані упоперек до осі зварного шва. Зазвичай, утворюються в результаті поздовжньої усадки металу з низькою пластичністю і, зазвичай не є глибокими;
- радіальні* (103, E) — радіально розбіжні з однієї точки. Тріщини цього типу, які розходяться в різні сторони, відомі як зіркоподібні тріщини.



Крім цього, окрім виділяють такі види тріщин:

- розташовані у кратері зварного шва* (104, Ec);
- відокремлені* (105, E);
- розгалужені* (106, E);
- мікротріщини* (1001), що виявляються фізичними методами при не менш ніж 50-кратному збільшенні.

## Класифікація тріщин за механізмом утворення

### Холодні тріщини

*Холодні тріщини* — локальні міжкристалічні руйнування металу зварних з'єднань у вигляді тріщин, що виникають у шві або пришовній зоні під дією власних залишкових механічних напружень, спричинених зварюванням.

Основними причинами схильності до появи холодних тріщин є:

- природна схильність структури металу, наприклад, мартенситної чи перлітної, до тріщиноутворення;
- присутність у структурі металу водню (воднева крихкість);
- значний (від -100 до +100 °C) діапазон робочих температур експлуатації з'єднання;
- висока жорсткість конструкції з'єднань;
- помилки у виборі технології зварювання.

### **Гарячі тріщини**

*Гарячі тріщини* — це крихкі міжкристалічні руйнування металу шва і у пришовній зоні. Вони виникають у твердо-рідкому стані в процесі кристалізації і при високих температурах у твердому стані. Розташовуються на межі зерен. Гарячі тріщини в основному зумовлені дією двох факторів: наявністю рідких прошарків між зернами металу в процесі кристалізації і усадковими деформаціями. У процесі тверднення відбувається переміщення домішок і шлаків у межзеренні простори, що знижує деформаційну спроможність шва та пришовної зони. Нерівномірність усадки шва і основного металу при охолодженні викликає внутрішні напруження і, як наслідок, появу мікро- і макроскопічних тріщин.

### **Методи боротьби з утворенням тріщин**

Методами зниження тріщиноутворення при зварюванні є:

- прожарювання флюсів перед зварюванням;
- попереднє підігрівання заготовок до 250...450 °C;
- зварювання у режимі з оптимальними параметрами;
- повільне охолодження металу після зварювання;
- проведення після зварювання м'якого відпалау з метою зняття залишкових напружень.

Для зменшення появи холодних тріщин використовують різноманітні технологічні прийоми, наприклад, зварювання переривчастим швом, багатопрохідне зварювання тощо.

До зменшення утворення гарячих тріщин приводять такі технологічні прийоми як:

- зменшення об'єму провокуючих домішок (сірка, фосфор та ін.) у металі заготовок, що зварюються;
- зменшення у металі шва елементів, що утворюють хімічні сполуки з низькою температурою тверднення (хром, молібден, ванадій, вольфрам, титан), що порушують зв'язок між зернами;
- зниження жорсткості закріплення зварюваних заготовок і конструктивної жорсткості зварного вузла, що чинять опір деформуванню елементів при остиганні.

### **Пори і порожнини**

#### **Класифікація пор**

Виникнення пор при зварюванні переважно зумовлюється газами, що затримались у розплавленому металі. За розташуванням вони поділяються на:

- *рівномірно розподілені* по зварному шву (2012);

- *розташовані скученням* (2013) — група газових порожнин (три або більше), розміщених купчасто з відстанню між ними меншою за три максимальні розміри найбільшої з порожнин;
- *розташовані ланцюжком* (2014) — ряд газових пор, розміщених в лінію, звичайно паралельно до осі зварного — шва, з відстанню між ними, меншою за три максимальні розміри найбільшої з пор.

До порожнин також, належать:

- *довгаста порожнина* (2015, Ab) — несуцільність, витягнута вздовж осі зварного шва. Довжина несуцільності не менше ніж у два рази перевищує висоту;
- *свиць* (2016, Ab) — трубчаста порожнина в металі зварного шва, викликана виділенням газу. Форма та положення свища визначаються режимом твердиння та джерелом газу. Звичайно свиці групуються у скучення та розподіляються ялинкоподібно;
- *поверхнева пора* (2017) — газова пора, що порушує суцільність по верхні зварного шва
- *усадкова раковина* (202, R) — порожнина, що утворюється внаслідок зсадання під час твердиння.

Окремим випадком усадочної раковини є *кратер* (2024, K) — усадкова раковина на кінці валика зварного шва, не заварена до або під час виконання наступних проходів.

### **Методи зниження пористості**

При зварюванні під флюсом появу водневих пор попереджують, в основному, очищеннем зварювальних матеріалів та основного металу від водневих сполук та введенням до флюсу фториду кальцію.

### **Тверді включення**

Виділяють такі види твердих включень<sup>1</sup>:

- *шлакове включення* (301, Ba) — шлак, що потрапив у метал зварного шва;
- *флюсове включення* (302, G) — флюс, що потрапив у метал зварного шва;
- *оксидні включення* (303, J) — оксид металу, що потрапив у метал зварного шва під час тверднення;
- *металеве включення* (304, H) — частинка чужорідного металу, що потрапила в метал зварного шва (вольфрамова, мідна тощо).

### **Несплавлення та непровар**

Виділяють такі типи несплавлення або відсутностей з'єднання між металом шва і основним металом або між окремими валиками зварного шва:

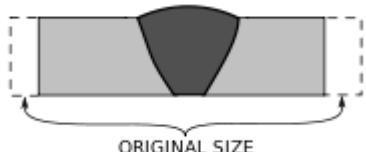
- по боковій поверхні;
- між валиками;
- у корені зварного шва.

Терміном «непровар» або «неповний провар», називають відсутність сплавлення основного металу на ділянці або по всій довжині шва, що з'являється через нездатність розплавленого металу проникнути в корінь з'єднання, заповнюючи зазор між деталями.

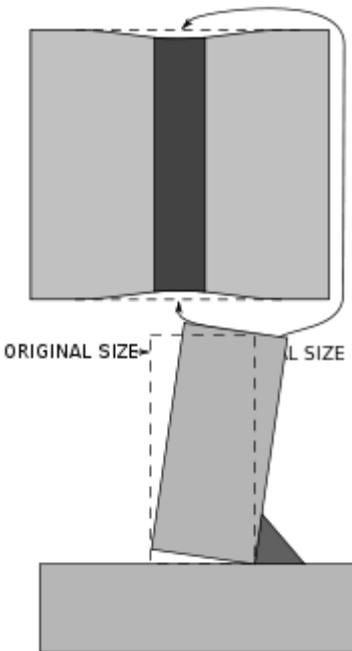
### **Порушення форми шва**

До порушень форми шва за ДСТУ 3491-96 відносять:

- *підріз неперервний* (5011, F) або *підріз переривчастий* (512, F) — поздовжня заглибина на зовнішній поверхні валика зварного шва, що утворюється при зварюванні;
- *усадкова канавка* (5013) — підріз з боку кореня одностороннього зварного шва, викликаний зсіданням по межі сплавлення;
- *перевищення випукlosti стикового* (502) і *кутового* (503) швів — надлишок наплавленого металу на лицьовій стороні шва (стикового і кутового, відповідно) понад установлене значення;
- *перевищення проплаву* (504) — надлишок наплавленого металу на зворотній стороні стикового шва понад установлене значення;
- *неправильний профіль зварного шва* (505) — кут між поверхнею основного металу і площиною, дотичною до поверхні зварного шва, менший від установленого значення;
- *наплав* (506) — надлишок наплавленого металу, що натік на поверхню основного металу, але не сплавлений з ним;
- *лінійне зміщення* (507) — зміщення між двома зварюваними елементами, при якому їх поверхні розташовані паралельно, але не на потрібному рівні;
- *кутове зміщення* (508) — зміщення між двома зварюваними елементами, при якому їх поверхні розташовані під кутом, що відрізняється від потрібного;
- *натікання* (509) — метал зварного шва, який осів внаслідок дії сили тяжіння і не має сплавлення зі з'єднуваною поверхнею. Натікання часто виникають при зварюванні кутових або стикових швів у горизонтальному положенні;
- *пропалювання* (510) — витікання металу зварюальної ванни, внаслідок якого утворюється наскрізний отвір у зварному шві;
- *неповне заповнення розробленням крайок* (511) — поздовжня неперервна або переривчаста канавка на поверхні зварного шва через недостатність присаджуvalьного металу при зварюванні;
- *надмірна асиметрія кутового шва* (512) — надмірне перевищення розмірів одного катета над іншим;
- *нерівномірна ширина шва* (513) — відхилення ширини від установленого значення уздовж зварного шва;
- *нерівна поверхня* (514) — груба нерівномірність форми поверхні підсилення шва по довжині;
- *угнутість кореня шва* (515) — неглибока канавка з боку кореня одностороннього зварного шва, яка утворилася внаслідок усадки;
- *пористість кореня зварного шва* (516) — наявність пор у корені зварного шва внаслідок виникнення бульбашок під час затвердіння металу;
- *відновлення* (517) — місцева нерівність поверхні в місці відновлення зварювання.

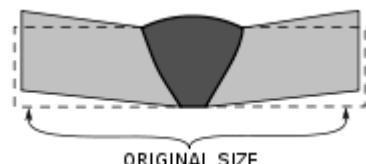


Поперечна усадка

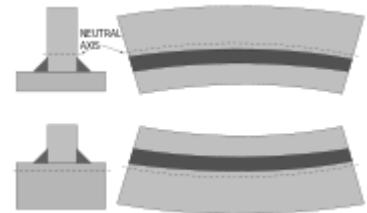


Поздовжня усадка

Кутове зміщення  
Кутове зміщення



Спотворення форми



### Інші дефекти

До інших, згідно з ДСТУ 3491-96, відносять усі дефекти, що не увійшли до перелічених вище груп. Наприклад:

- *випадкова дуга* (601) — місцеве пошкодження поверхні основного металу, що прилягає до зварного шва, яке виникло в результаті випадкового горіння дуги;
- *брізки металу* (602) — краплі наплавленого або присаджувального металу, які утворились під час зварювання і прилипли до поверхні затверділого металу зварного шва або навколо — шовної зони основного металу;
- *поверхневі задирки* (603) — пошкодження поверхні, викликане видаленням тимчасово привареного пристрою;
- *потоншення металу* (604) — зменшення товщини металу до значення, меншого за допустиме, при механічному обробленні
- 

### Питання для самоперевірки:

1. Що таке тріщини?
2. Що таке порушення форми шва?
3. Що таке натікання?
4. Що таке непровари?
5. Що таке накали?

### Домашнє завдання:

- ✓ Опрацювати матеріал в підручнику П2 с.367-371
- ✓ Виконати короткий конспект
- ✓ Дати відповіді на запитання
- ✓ Фотографію конспекту надіслати викладачу [mTanatko@ukr.net](mailto:mTanatko@ukr.net)