

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №6
«Дослідження якості зварних з'єднань магнітопорошковим методом»

з дисципліни «Контроль якості зварювання»

для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка
освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» і
«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №6 «Дослідження якості зварних з'єднань магнітопорошковим методом» з дисципліни «Контроль якості зварювання» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» і «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання /Укл.: О.Є. Капустян – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 20 с.

Укладачі:

Капустян О.Є., канд. техн. наук, доцент

Рецензент:

Осіпов М.Ю., канд. техн. наук, доцент

Редактор: Аверченко І.П., ст. лаб

Відповідальний за випуск:

Капустян О.Є., канд. техн. наук, доцент

Затверджено
на засіданні кафедри ІТЗ та МК
Протокол №01 від 13.09.2023 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №06 від 16.01.2024 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ...	11
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	11
5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ.....	12
6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	12
7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ	12
8 ЗМІСТ ЗВІТУ.....	13
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	13

1 МЕТА РОБОТИ

Опанування техніки і технології проведення магнітопорошкового контролю зварних з'єднань.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Магнітопорошковий метод контролю, як імагнітографічний, ґрунтується на використанні явища розсіювання магнітних полів на поверхні деталей у місцях розташування дефектів під час проходження крізь деталь магнітного потоку. Магнітопорошковий метод відзначається, у порівнянні магнітографічним, дещо більшою чутливістю, але гіршими санітарно-гігієнічними умовами праці і меншою продуктивністю.

При магнітопорошковому методі контролю для виявлення місць розташування полів розсіювання використовують магнітний порошок. Частинки порошку, потрапивши в поле розсіювання, намагнічуються і притягуються до країв дефекту, як до полюсів магніту. За формами і розмірами скупчень порошку на поверхні виробу визначають місце розташування, форму і розміри дефекту.

Наявність і протяжність індикаційних рисунків, обумовлених полями розсіювання дефектів, можна реєструвати візуально або автоматичними пристроями обробки зображення.

Магнітопорошковий метод використовують для виявлення поверхневих і підповерхневих порушень суцільності основного матеріалу і зварних швів на виробах різноманітної форми та розмірів. Цим методом виявляють наявність в основному матеріалі тріщин різноманітного походження, флокенів, надривів, загортів, а також тріщин, непроварів, несплавлень і шлакових включень у зварних швах.

Чутливість магнітопорошкового контролю залежить від магнітних характеристик контрольованого матеріалу, його форми і розмірів, шершавості поверхні, напруженості магнітного поля, орієнтації дефектів відносно ліній магнітного поля, властивостей

дефектоскопічного матеріалу і способів його нанесення на контрольований об'єкт, а також способів і умов реєстрації індикаторного рисунка дефектів, щовиявляють.

В залежності від розмірів поверхневих дефектів, які можна виявити магнітопорошковим методом, встановлено три умовних рівня чутливості А, Б і В. Умовний рівень чутливості А дає можливість виявляти дефекти з мінімальною шириною 2 мкм та довжиною 0,5 мм. Рівні чутливості Б та В дають можливості виявляти поверхневі дефекти шириною відповідно 10 мкм та 25 мкм.

Рівень чутливості А може бути досягнутий при шершавості контрольованої поверхні $Ra < 2,5$ мкм, рівні Б і В при $Ra < 10$ мкм.

Якщо при $Ra > 10$ мкм ведуть пошук підповерхневих дефектів, то чутливість методу в цьому випадку не нормується.

При магнітопорошковому контролі застосовують метод залишкового намагнічування і метод контролю в прикладеному полі.

Контроль в залишковому магнітному полі використовують для виробів з магнітотвердих матеріалів з коерцитивною силою $K_s > 10$ А/см і залишковою індукцією більше 0,5 Тл. Дефектоскопічний матеріал на контрольовану поверхню наносять не пізніше як через 1 годину після намагнічування.

В прикладеному магнітному полі контролюють вироби з магнітом'яких матеріалів. В цьому випадку дефектоскопічний матеріал наносять на поверхню деталі, яка знаходиться в магнітному полі. Магнітне поле вимикають тільки після повного формування індикативного рисунка з магнітного порошку на контрольованій ділянці поверхні.

При магнітопорошковому контролі використовують намагнічування полюсне, осьове, циркуляційне і комбіноване. Намагнічування може здійснюватись постійним, змінним або імпульсним уніполярним струмом. Вид і спосіб намагнічування вибирають в залежності від форми та розмірів деталі, її матеріалу і товщини, а також характеру та орієнтації дефектів.

Найкращі умови виявлення дефектів забезпечуються у випадку перпендикулярного розташування дефектів по відношенню до напрямку намагнічуючого поля.

Напруженість магнітного поля на контрольованій ділянці поверхні вибирають в залежності від потрібної чутливості контролю.

При виявленні поверхневих дефектів в прикладеному полі з

використанням способу осьового або полюсного намагнічування, напруженість магнітного поля H , яка необхідна для забезпечення потрібної чутливості, визначається в залежності від коерцитивної сили K_c матеріалу (рис. 2.1).

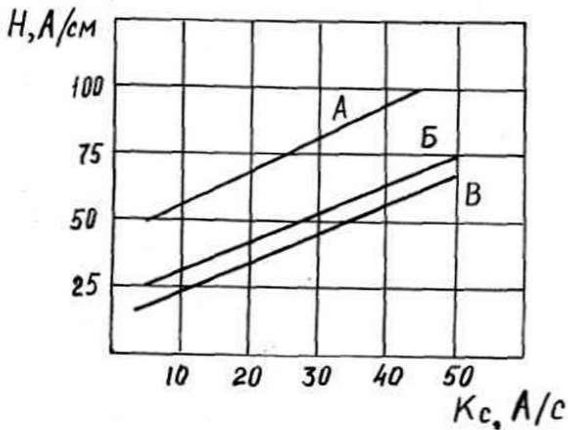


Рисунок 2.1 – Залежність напруженості магнітного поля від коерцитивної сили матеріалу для різних рівнів чутливості контролю

При виявленні внутрішніх дефектів в зварних з'єднаннях з необробленою, або грубо обробленою поверхнею напруженість поля збільшується в 3–5 раз і приймають для маловуглецевих сталей в межах 100 А/с – 200 А/с.

Розрахункову силу струму в котушці соленоїду, необхідну для створення потрібної напруженості магнітного поля, можна визначити із співвідношення:

$$I = H \cdot \frac{L}{N},$$

де H – напруженість поля, А/см;

L – довжина соленоїду, см;

N – число витків.

Якщо використовують циркуляційний спосіб намагнічування, то максимальне (амплітудне) значення намагнічуючого струму I (А) для отримання напруженості поля H (А/см) визначають із співвідношень:

-для об'єктів з круглим перерізом

$$I = 3H \cdot d ;$$

-для об'єктів з прямокутним перерізом
при $a/b > 10$

$$I = 2H \cdot a ;$$

при $a/b < 10$

$$I = 2H(a + b)$$

-для ділянок крупногабаритних об'єктів:

$$I = 1,5H\sqrt{l^2 + c^2} ,$$

де d – діаметр круглого перетину, см;

a і b – довжина і ширина прямокутного перетину, см;

l – відстань між електродами або довжина контрольованої ділянки, см.

c – ширина контрольованої ділянки, см.

Після намагнічування на контрольовану поверхню наносять дефектоскопічний матеріал, який може використовуватись у виді сухого порошку, або у виді суспензії з гасом, олією або мильним розчином.

Суспензію наносять на поверхню деталі поливом, розпилюванням, або занурюванням деталі у ванну з дефектоскопічним матеріалом. Сухий порошок наносять аерозольним розпилюванням, посипанням або занурюванням.

Розмір частинок магнітного порошку: 5 мкм – 10 мкм. Його можна виготовити шляхом подрібнення і пересіву залізної окалини, магнетиту (Fe_3O_4), шліфувальної стружки. Спеціальні магнітні порошки виготовляють з натуральним забарвленням, кольорові і люмінесцентні.

При використанні матеріалу у виді суспензії частинки порошку деякий час знаходяться у зваженому стані, що полегшує їх пересування по поверхні деталі під дією навіть незначних потоків розсіювання і підвищує чутливість контролю.

Властивості магнітної суспензії, що впливають на виявлюваність дефектів, визначаються її складом, концентрацією і властивостями компонентів.

Концентрація магнітного порошку в суспензії складає 25 г/л – 50 г/л, а люмінесцентного порошку 3 г/л – 10 г/л. В'язкість дисперсійного середовища суспензії не повинна перевищувати $36 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (36 сСт). Найбільш часто основою суспензії є суміш гасу і трансформаторної олії (1:1), або розчин 5 г мила і 1 г силікату натрію на 1 л води.

При в'язкості суспензії більш $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (10 сСт) в технічній документації на проведення контролю необхідно вказувати час стікання основної маси суспензії, після якого можна оглядати виріб.

Існує цілий ряд флуоресцентних засобів контролю у вигляді магнітних порошків, магнітоконцентратів і готових до застосування суспензій.

Є магнітні порошки з високим коефіцієнтом флуоресценції, певним розподілом розмірів магнітних частинок, чистотою і забезпечують індикацію дрібніших дефектів.

Сухі та рідкі магнітопорошкові концентрати для приготування суспензій на водній основі містять необхідні інгібітори корозії, поверхнево-активні речовини і антипінні добавки і застосовуються для перевірки навіть чутливих до корозії деталей. Використання концентратів дозволяє також значно скоротити витрати на транспортування і зберігання.

Готові до застосування суспензії ідеально підходять для роботи на будівельних і монтажних майданчиках або для проведення ручного контролю окремих деталей. В суспензіях використовуються безбарвні дефектоскопічні мастила, які не мають запаху і не подразнюють шкіру. Вони мають низьку в'язкість, тому готові суспензії стікають за короткий час. Завдяки відсутності власної флуоресценції досягається дуже контрастна і яскрава індикація дефектів.

Візуальний огляд поверхні деталей отримують неозброєним оком або з використанням різноманітних оптичних пристроїв – луп, ендоскопів та ін.

Оцінку величини дефектів отримують порівнюючи розміри індикативного рисунку з магнітного порошку на поверхні еталонного зразка і контрольованого об'єкту. Після завершення контролю при

необхідності деталь розмагнічують. Для проведення магнітопорошкового контролю використовуються стаціонарні, пересувні або переносні дефектоскопи.

В залежності від призначення і конструктивного виконання дефектоскоп складається з наступних функціональних пристроїв:

- блок живлення;
- блок формування намагнічуючого струму;
- намагнічуючий пристрій;
- пристрій для розмагнічування;
- пристрій для нанесення дефектоскопічного матеріалу;
- блок автоматичного керування технологічними операціями і контролю;
- пристрої для здійснення автоматичних операцій контролю;
- пристрої для огляду контрольованої поверхні і реєстрації дефектів.

Портативні електромагніти – це працюючі від акумулятора ярмові магніти постійного струму, що забезпечують проведення автономного контролю за відсутності електромережі, в тому числі в польових умовах. Живлення електромагнітів здійснюється за рахунок потужної компактної акумуляторної батареї, яка забезпечує безперервну роботу електромагніта протягом близько 2 годин. Рівень заряду батареї показують світлодіоди, розташовані на корпусі батареї.

Хрестовий магніт – це два розташованих хрест-навхрест ярмових електромагніта змінного струму. Вони отримують живлення за рахунок двох змінних струмів однакової сили з фазовим зміщенням 90° , в результаті чого виникає обертове електромагнітне поле, вектор якого утворює рівну за всіма напрямками напруженість поля. Такий метод намагнічування дозволяє виявляти поверхневі дефекти, що залягають в будь-якому напрямку. На практиці це означає: виявлення поздовжніх, поперечних і косих тріщин за одну технологічну операцію. На деталь, що перевіряється, магнітне поле прикладають через невеликий повітряний зазор. Для цього 4 полюса електромагніту забезпечені регульованими опорними колесами. Вони забезпечують постійний повітряний зазор між полюсами і поверхнею деталі, що перевіряється і, крім того, дозволяють легко пересувати електромагніт уздовж ділянки, яка перевіряється.

Мобільні намагнічуючі пристрої являють собою силові генератори струму і служать для намагнічування повним струмом або

магнітним полем намагнічування за допомогою кабельного намотування. При намагнічуванні повним струмом контактні електроди приєднуються до кінців деталі, що перевіряється, і вона стає струмоведучим провідником. Циркулярне магнітне поле, що утворюється навколо деталі, в змозі виявляти дефекти, які залягають у поздовжньому напрямку між двома струмопровідними контактами. Цей метод дозволяє також виявляти дефекти, розташовані під кутом до 60° по відношенню до поздовжньої лінії. Для того, щоб виявити поперечні дефекти, слід потім зробити намагнічування в перпендикулярному напрямку. При намагнічуванні магнітним полем струмопровідний кабель намотується навколо деталі у виді котушки з відповідною кількістю витків. При включенні струму навколо кожного витка котушки утворюються циркулярні магнітні поля, які підсумовуються в центрі котушки, утворюючи загальне поздовжнє поле, завдяки чому досягається індикація дефектів, що залягають під кутом 90° до магнітного поля, тобто в напрямку протікання струму – поперечних дефектів.

Індукційні джерела УФ випромінювання і білого світла використовуються в роботі з ярмовими і хрестовими електромагнітами і забезпечують освітлення ділянки деталі, що перевіряється безпосередньо під час намагнічування при проведенні контролю з використанням флуоресцентних і кольорових магнітних порошків. Завдяки цьому пристосуванню одна рука дефектоскопіста залишається вільною. Поворотна головка джерела дозволяє встановити кут освітлення в залежності від міжполюсної відстані і довжини плеча електромагніту таким чином, щоб отримати оптимальну рівномірну область освітлення в центрі робочої зони. Джерела можуть бути використані для всіх ярмових і хрестових магнітів з поперечним перерізом полюса $\leq 50 \text{ мм} \times 50 \text{ мм}$. Індукційні джерела в брызкозахисному корпусі (IP 65) швидко і легко кріпляться на нозі електромагніту за допомогою двох пластикових гвинтів. Живлення джерел здійснюється за рахунок індукційного струму, створюваного електромагнітним полем. Таким чином, підключення до мережі або акумулятора не потрібно.

Перевірку працездатності дефектоскопів і якості дефектоскопічного матеріалу здійснюють за допомогою стандартних зразків з дефектами, що відповідають прийнятому рівню чутливості.

Переваги магнітопорошкового методу неруйнівного контролю

полягають в його відносно невеликій трудомісткості, високій продуктивності і можливості виявлення поверхневих і підповерхневих дефектів. За допомогою цього методу виявляються не тільки порожні несущальності, а й дефекти, заповнені чужорідною речовиною. Магнітопорошковий метод може бути застосований не тільки при виготовленні деталей, але і в ході їх експлуатації, наприклад, для виявлення втомних тріщин.

До недоліків методу можна віднести складність визначення глибини поширення тріщин в металі.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

З'ясувати суть магнітопорошкового методу контролю, способи намагнічування, які при цьому використовуються, принципи вибору режимів намагнічування деталей, вивчити застосовуване обладнання, технологію контролю і правила безпечного виконання робіт.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Теоретичні основи магнітних методів контролю.
2. Техніка проведення магнітопорошкового контролю.
3. Різновидності дефектоскопічного матеріалу, що використовують при магнітопорошковому контролі.
4. Способи намагнічування при магнітних методах контролю.
5. Як можна визначити напруженість магнітного поля і силу намагнічуючого струму?
6. Як оцінюють розміри дефектів при магнітопорошковому контролі.

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Еталонні зразки з маловуглецевої сталі, алюмінію і аустенітної хромонікелевої сталі.
2. Зварні з'єднання з маловуглецевої сталі: плоскі і трубчаті.
3. Магнітна суспензія.
4. Дефектоскоп типу 77 ПМД-ЗМ для магнітопорошкового контролю.
5. Щітка, ганчірка.

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. При проведенні магнітопорошкового контролю дотримуватись загальних правил електробезпеки і правил безпечної експлуатації електроустановок.
2. При намагнічуванні зразків не допускати намагнічування годинників та інших точних приборів.
3. При користуванні магнітними суспензіями на газовій основі дотримуватись загальних правил пожежної безпеки.
4. Не допускати попадання магнітної суспензії на одягу і відкриті ділянки тіла.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Вивчитиконструкцію і порядок запуску в дію дефектоскопа типу 77 ПМД-ЗМ.
2. Визначити потрібну напруженість магнітного поля для контролю зварних з'єднань з маловуглецевої сталі з коерцитивною силою 10А/с – 15 А/с.

3. Розрахувати потрібну силу струму при контролі зразків методом полюсного і циркуляційного намагнічування.

4. Помістити зразки з алюмінію і нержавіючої сталі в магнітне поле, створити необхідну напруженість поля, нанести суспензію і впевнитись, що в цих матеріалах не виявляються дефекти магнітопорошковим контролем.

5. Провести контроль плоского зварного зразка з маловуглецевої сталі і еталонного зразка при їх одночасному намагнічуванні. Оцінити розміри дефектів у зварному зразку, порівнюючи розміри рельєфу дефектоскопічного рисунку на поверхні контрольованого і еталонного зразків.

6. Провести контроль трубного зварного зразка і оцінити розміри виявлених дефектів.

7. Скласти звіт про роботу.

8 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Порядок проведення магнітопорошкового контролю.
3. Необхідні напруженість магнітного поля і сила струму для намагнічування плоского і еталонного зразків.
4. Ескізи контрольованих деталей з дефектоскопічними рисунками на їх поверхні.
5. Оцінка розміри дефектів.
6. Висновки про якість зразків і можливості магнітопорошкового методу контролю.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Контроль якості зварювання: навчальний посібник. Т. 1. Неруйнівні методи контролю / Г. І. Камель, Ю. А. Гасило, П. С. Івченко, Р. Я. Романюк. – Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 241 с.
2. Білокур І.П. Основи дефектоскопії: Підручник. – К.: «Азимут-Україна»,

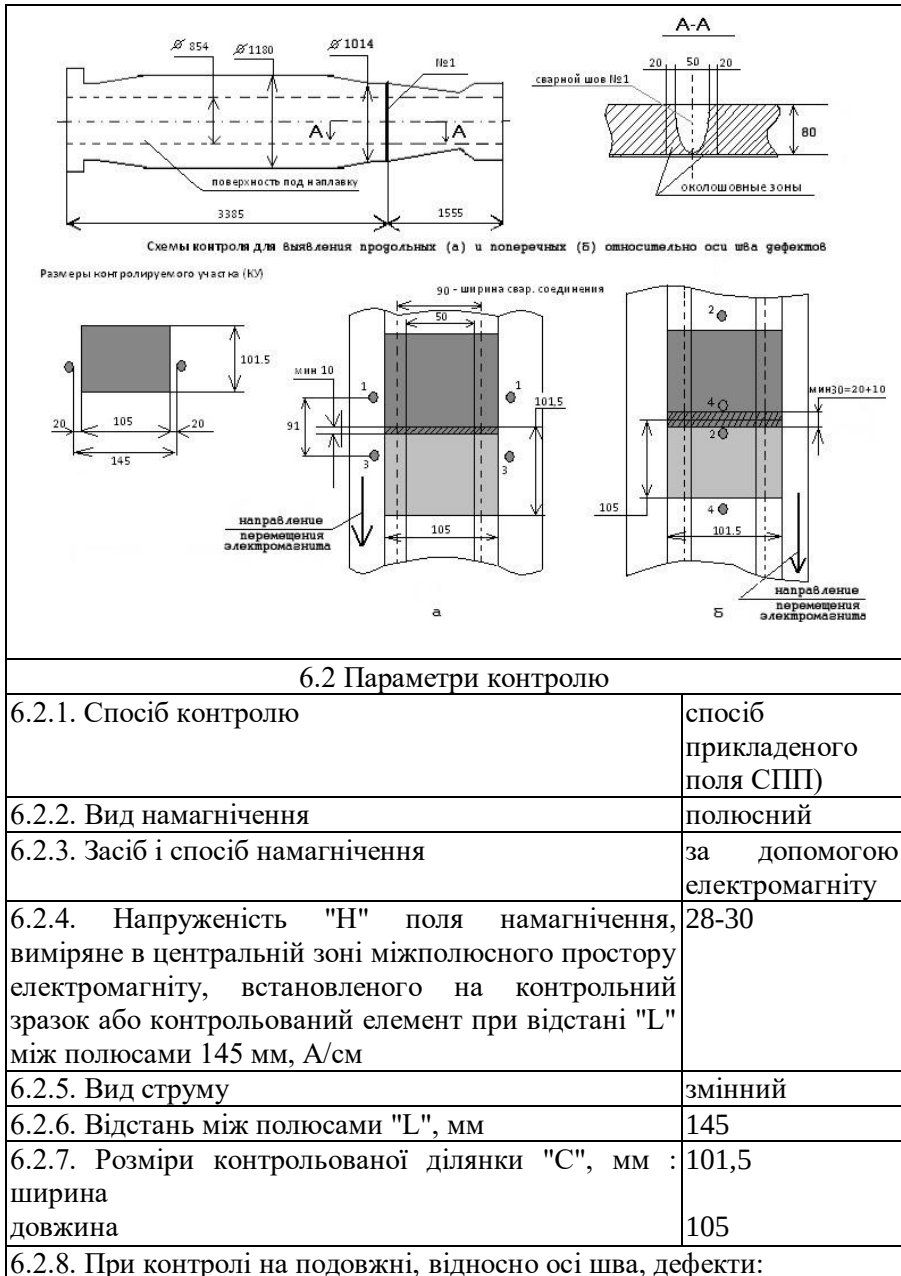
2004. – 496 с.

Додаток А

Приклад технологічної карти магнітопорошкового контролю

1. Об'єкт контролю –			
1.1 Контрольоване устаткування			
1.2 Підприємство-виготівник			
1.3 Креслення, загальний вид			
1.4 Контрольований елемент			
1.5 Креслення, загальний вид			
1.6 Тип зварювального з'єднання			
1.7 Позначення			
1.8 Спосіб зварювання			
1.9 Основний метал			
1.10 Марка зварювального матеріалу			
2. Документація, за якою проводиться контроль:			
2.1 Методична			
2.2 Нормативна			
3. Вимоги до технології контролю та оцінки якості:			
3.1 Об'єм контролю, %			
3.2 Категорія зварювального з'єднання			
4. Тип і розміри контрольованого елементу			
4.1 Тип контрольованого елемента			
4.2 Розміри шва і товщина основного елемента, дані на ескізі контрольованого елементу			
4.2.1 Валик посилення		4.2.2 Ширина шва, мм	
4.2.3 Ширина колошовної зони, мм			
4.2.4 Розмір контрольованої зони, мм			
5. Засоби контролю			
5.1 Дефектоскоп - пристрій, що намагнічує			
5. Засоби контролю			
5.2 Настроювальний зразок - імітатор дефектів № 3:			

Матеріал	сталь 20	Шорсткість робочої поверхні R _a , мкм	10
Розміри та параметри, мм:	180x140x14 ± 1 мм, в центральній частині робочої поверхні вмонтовані вставки Ø14 мм по щільній посадці. У тілі вставки розташовані поперечні свердління - імітатори протяжних дефектів Ø1,5 мм на різній глибині від робочої поверхні плити		
Ескіз настроювального зразка - імітатора дефектів. При проведенні випробувань облаштування полюса електромагніту встановлюються в положення NS (див. ескіз)			
5.3 Магнітний індикатор (суспензія, порошок)	Діагма- 1100. Водна магнітна суспензія. Порошок чорний ТУ- 6-36-0158-00165-1009-93.		
5.4 Лупа вимірювальна	ЛИ-7-Х.		
5.5 Лінійка вимірювальна	Межа виміру 1000 мм		
5.6 Штангенциркуль	Межа виміру 0-125 мм		
5.7 Магнітометр	ИМАГ-400 ц. Діапазон вимірювання 0 ÷ 400 А/см.		
5.8 Люксметр	Ю-116		
6.Схема і параметри контролю			
6.1 Схема контролю			



6.2 Параметри контролю

6.2.1. Спосіб контролю	спосіб прикладеного поля СПП)
6.2.2. Вид намагнічення	полюсний
6.2.3. Засіб і спосіб намагнічення	за допомогою електромагніту
6.2.4. Напруженість "Н" поля намагнічення, виміряне в центральній зоні міжполюсного простору електромагніту, встановленого на контрольний зразок або контрольований елемент при відстані "L" між полюсами 145 мм, А/см	28-30
6.2.5. Вид струму	змінний
6.2.6. Відстань між полюсами "L", мм	145
6.2.7. Розміри контрольованої ділянки "С", мм :	101,5
ширина	
довжина	105
6.2.8. При контролі на подовжні, відносно осі шва, дефекти:	

перекриття контрольованих ділянок крок переміщення	не менше 10 91
6.2.9. При контролі на поперечні, відносно осі шва, дефекти:	
перекриття контрольованих ділянок крок переміщення	не менше 30 105
6.2.10. Неконтрольована зона (зона в якій не виявляються дефекти) біля кордонів полюсів облаштування "а", мм	20
6.2.11. Спосіб нанесення магнітного індикатора на ділянку	Шляхом поливу
6.3 Налаштування апаратури	
6.3.1. Калібрування вимірника поля ИМАГ-400Ц	Зробити за допомогою калібрувального зразка, наявного в комплекті приладу, шляхом приміщення в нього вимірювального датчика і відліку свідчень за вимірювальною шкалою згідно за вказівками паспорта на прилад.
6.3.2. Перевірка функціонування органів управління дефектоскопа	Здійснити шляхом плавної зміни струму в системі намагнічення від мінімального значення до максимального. Пристрій, що намагнічує, розміщують на контрольному зразку. Виміри проводять датчиком вимірника поля.
6.3.3. Перевірка працездатності дефектоскопа і магнітного індикатора	Проводити на контрольному настроювальному зразку № xxx з імітаторами дефектів - встановити електромагніт на зразок в положення полюсів NS - включити систему намагнічення і виставити поле рівне 25-30 А/см - нанести магнітний індикатор (суспензію) - після стікання основної маси суспензії (2-3 с) вимкнути джерело поля. Візуально шляхом порівняння відповідності індикаторних слідів порошку на зразку і дефектограмі в паспорті визначити працездатність пристрою та індикатора.
6.4. Вимоги до підготовки контрольованого елемента	
6.4.1. Розміри підготовленої	Метал шва і колошовна зона не менше 20 мм в обидві сторони від нього.

до контролю ділянки	
6.4.2. Вимоги до якості поверхні	- контрольована поверхня має бути очищена від іржі, окалини, бруду, фарби, олії, продуктів корозії і інших забруднень, що перешкоджають проведенню контролю, до чистого металу; - зачистка поверхонь деталей перед контролем проводиться металевими щітками; - очищення контрольованої поверхні робиться протиранням ганчіркою; - шорсткість підготовлених під контроль поверхонь повинна складати не більше R_a 10 мкм. Контроль шорсткості - за зразками шорсткості поверхні.
6.4.3. Розмітка на ділянки	Зварне з'єднання розбивається на 12 ділянок по аналогії з годинним циферблатом. Початок відліку - від клейма зварювальника, напрям відліку - за годинниковою стрілкою. Маркіровка меж і нумерація контрольованих ділянок - проводити незмивним маркером за межами контрольованої зони.
7. Умови та порядок проведення контролю	
7.1. Умови проведення контролю:	- на ділянці контролю при температурі довкілля і контрольованої поверхні від +5 до 40°C; - освітленість контрольованої поверхні не менше 1000 лк; - контроль проводити неозброєним оком, в сумнівних місцях застосовувати лупу

7.2. Порядок і послідовність операцій контролю:	1) очистити контрольований елемент від забруднень; 2) включити освітлювач, забезпечити освітленість не менше 1000 лк; 3) встановити режим контролю, для чого : розташувати полюси електромагніту на відстань $l=145$ мм, згідно схеми контролю, включити електромагніт і виставити за допомогою вимірника поля напруженість в центральній точці міжполюсного простору величиною $H=28$ А/см і вимкнути джерело поля; 4) встановити полюси джерела поля згідно схеми контролю в положення 1 – 1; 5) включити електромагніт, обробити ділянку контролю суспензією; 6) після стікання основної маси суспензії вимкнути джерело поля; 7) провести візуальний огляд поверхні ділянки і реєстрацію координат індикацій; 8) встановити полюси джерела поля в положення 2 - 2 і повторити операції по п.п. 5,6,7 підрозділу; 9) встановити полюси джерела поля в положення 3 - 3 і повторити операції по п.п. 5,6,7 підрозділу; 10) встановити полюси джерела поля в положення 4 - 4 і повторити операції по п.п. 5,6,7 підрозділу; 11) далі контроль проводити від ділянки до ділянки згідно схеми контролю.
---	---

Примітка: при чергуванні ділянок контролю упоперек і уздовж зварного шва необхідно дотримуватися наявності зон перекриття цих ділянок.

8. Вимір характеристик несучільностей

8.1 Розміри індикаторного сліду	- вимірюють за параметрами описаного по сторонах індикаторного сліду прямокутника. За наявності поодинокого рисунка індикаторного сліду складної форми, виміри слід проводити за параметрами прямокутника, описаного по сторонах окремих частин дефекту. Обліку підлягає сумарна довжина частин; - вважати індикаторний слід дефекту округлим, якщо
---------------------------------	--

	співвідношення максимальних розмірів сторін прямокутника не більше 3. Інакше індикаторний слід дефекту вважати подовженим; - вважати, що довжина індикаторного сліду лінійної (подовженою) несучільності дорівнює розміру фактичної несучільності.	
8.2 Координати несучільностей, що фіксуються	Заміряти місце розташування несучільності уздовж подовжньої осі шва відносно початку ділянки по розмітці (п. 6.4.3.)	
9. Оцінка якості		
9.1 Не допускаються: тріщини усіх видів і напрямів, непровари, несплави, відшаровування, прижоги, непоодинокі, у вигляді скупчень, включення		
9.2 Норми допустимості поодиноких поверхневих включень зварних з'єднань з номінальною товщиною зварних деталей 80 мм		
Номінальна товщина, мм	Допустимий найбільший розмір, мм	Максимально допустиме число включень на будь-які 100 мм протяжності зварювального з'єднання, шт
80	2	6
Примітка: при виявленні неприпустимих індикацій допускається проведення капілярного контролю відповідних ділянок, при позитивних результатах якого проводиться операція зашліфовування металу на глибину до 1 мм (за умови забезпечення мінімально допустимої товщини металу) і подальший повторний магнітопорошковий контроль, результати якого є остаточними.		
10. Операції після контролю		
10.1 Очистити контрольований елемент від слідів суспензії		
10.2. Результати оцінки якості по п.п. 9.1÷9.2 контрольованого елемента занести в робочий журнал. При виявленні несучільностей, які повинні враховуватися, скласти дефектограму контрольованого елемента.		
10.3. Розмагнічування контрольованого елемента не потрібно		