

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №8
«Виявлення внутрішніх дефектів зварних з'єднань методами
рентгенографії»

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 №8 «Виявлення внутрішніх дефектів зварних з'єднань методами рентгенографії» 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....	12
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ	12
5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	13
6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	13
7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	13
8 ЗМІСТ ЗВІТУ	14
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	14
Додаток А Технологічна карта радіографічного контролю	15

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитись з обладнанням та вивчити методику проведення рентгенографії.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Метод рентгенографічного контролю ґрунтується на реєстрації зміни інтенсивності рентгенівських променів після проходження їх крізь контрольований об'єкт.

Рентгенівські промені являють собою одну з різновидностей іонізуючого випромінювання у виді електромагнітних коливань, які мають в мільйони раз меншу довжину хвилі у порівнянні з видимими світловими променями.

Така мала довжина хвилі та відповідно високі енергії квантів рентгенівських променів обумовлює їх високу проникну здатність. При проходженні крізь зварні з'єднання ці промені ослаблюються по різному в суцільному металі і в місцях розташування дефектів – порах, тріщинах, шлакових включеннях. Тому після проходження через контрольований об'єкт з дефектами, промені будуть мати різну інтенсивність. Реєструючи за допомогою різноманітних детекторів інтенсивність іонізуючого випромінювання після проходження крізь контрольований об'єкт роблять висновок про наявність в ньому дефектів.

Для реєстрації інтенсивності іонізуючого випромінювання в радіографії використовують рентгенівські плівки (безекранні РТ-1, РТ-3, РТ-4, РТ-5 та екранні РТ-2 технічні плівки та медичні плівки РМ-1, РМ-2, РМ-3).

Чим вищий порядковий номер плівки, тим вищу контрастність вона має й тим менші дефекти можна на ній зафіксувати. Проте, чим контрастніша плівка, тим більша потрібна експозиція під час просвічування, бо вона відзначається меншою чутливістю.

Екранні плівки, які використовують з флуоресцентними та металевими підсилювальними екранами, мають високу чутливість не тільки до R та γ проміння, а і до видимої й ультрафіолетової частин

спектра.

Нині для рентгенографії випускають звичайні рентгенівські апарати із постійним навантаженням та імпульсні.

Звичайні апарати є двох типів: моноблоки та кабельні. У моноблоках рентгенівську трубку, яка є джерелом гальмівного випромінювання, і живильний трансформатор змонтовано в одному блоці. У кабельних апаратах рентгенівську трубку встановлено на штативі, трансформаторний пристрій з випрямлячем та пульт керування змонтовано окремо. Усі три блоки з'єднано кабелями, а тому їх можна розташувати в різних приміщеннях.

Для дефектоскопії з'єднань завтовшки до 100 мм випускають рентгенівські кабельні апарати постійної дії (РУП-60-2-1М; РАП-150-ЗДФ; РАП-320-15; РУП-400-5-1). Анодна напруга становить 60 кВ – 400 кВ.

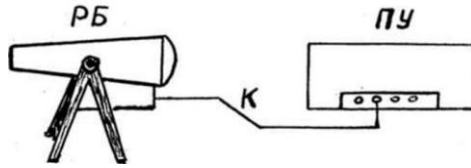
Чим вища величина анодної напруги, тим менша довжина хвилі і більша проникна здатність рентгенівських променів і тим більшу товщину металу можна просвічувати. В таких апаратах використовують рентгенівські трубки постійної дії з гарячими катодами. Регулюючи ступінь розжарювання катода, можна змінювати величину анодного струму та відповідно інтенсивність рентгенівського випромінювання. Тому основними параметрами режиму просвічування апаратами постійної дії, окрім величини анодної напруги та дистанції опромінювання (фокусної відстані), є також величина анодного струму та час експозиції. Завдяки великій інтенсивності рентгенівського випромінювання, час експозиції є невеликий (0,1 с – 10 с), що обумовлює високу продуктивність процесу контролю металів різної товщини.

Імпульсні апарати відзначаються меншими габаритними розмірами та масою, а також меншою потужністю. Тому їх використовують переважно в польових та монтажних умовах для просвічування невеликих товщин (до 30 мм). До цього типу відносяться апарати ИРА-2Д, МИРА-28, АРИНА-02 та інші.

Конструктивно імпульсні апарати складаються з пульта управління та рентгенівського блоку, які з'єднані між собою високовольним кабелем (рис. 2.1).

В рентгенівському блоці в одному корпусі розташовані імпульсна рентгенівська трубка та портативне імпульсне джерело високої напруги. В пульті управління розміщені первинне джерело

напруги, системи керування і контролю.

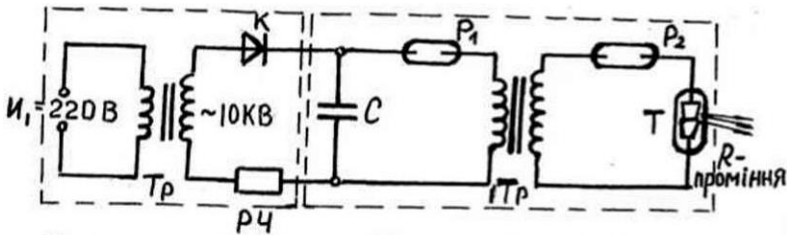


РБ – рентгенівський блок; К – кабель; ПУ – пульт управління

Рисунок 2.1 – Конструктивна схема імппульсного рентгенівського апарату

Живлення апаратів може здійснюватись тільки від мережі змінного струму 220 В, або як від мережі, так і від акумуляторної батареї. В першому випадку пульт живлення складається з підвищувального трансформатору та діодоемнісного подвоювача напруги. В другому випадку пульт містить підвищувальний трансформатор та транзисторний перетворювач напруги.

З пульта управління висока напруга через високовольтний кабель подається на рентгенівський блок і заряджає його накопичувальні конденсатори C (рис. 2.2) до напруги спрацювання комутуючого розрядника P_2 . Після його спрацювання конденсатори розряджаються через первинну обмотку імппульсного трансформатору ITr . Після досягнення на його вторинній обмотці напруги спрацювання розрядника P_2 останній комутує високу напругу на рентгенівську трубку T .



Пульт управління

Рентгенівський блок

Tr – підвищувальний трансформатор; К – ключ-випрямляч; C – конденсатор;
 P_1 , P_2 – розрядники; T – трубка; ITr – імппульсний трансформатор; PЧ – реле часу

Рисунок 2.2 – Схема імппульсного рентгенівського апарату

Амплітуда напруги на рентгенівській трубці складає 140 кВ – 300 кВ і визначається напругою спрацювання розрядника P_2 . Тривалість рентгенівського імппульсу визначається часом розрядки

живлячої ємності через рентгенівську трубку і складає 10^{-8} с – 10^{-6} с.

Після закінчення рентгенівського імпульсу процес повторюється. Частота створення рентгенівських імпульсів складає 1 Гц – 15 Гц.

В імпульсних апаратах використовують рентгенівські трубки з конусним анодом та концентрично розташованим холодним катодом, який забезпечує вибухову емісію електронів, не потребує розжарювання та підготовки до роботи. Напруга на трубці імпульсного апарату і струм в ній не регулюються. Час експозиції встановлюється за допомогою таймерів, розташованих на панелі.

Під час проведення рентгенографії треба вибрати таку схему просвічування, яка забезпечує максимальне виявлення можливих дефектів. Щоб визначити розміри виявлених дефектів, на поверхню контрольованого з'єднання кладуть канавкові або дротяні еталони. Основні рекомендації щодо вибору схеми просвічування, типу еталона, оцінювання розмірів та розташування дефектів наведено в ГОСТ 7512–82.

Основними параметрами режиму просвічування імпульсними апаратами є фокусна відстань та час просвічування (експозиція). Вони залежать від виду і товщини контрольованого матеріалу, а також типу плівки, яка використовується та підсилюючих екранів.

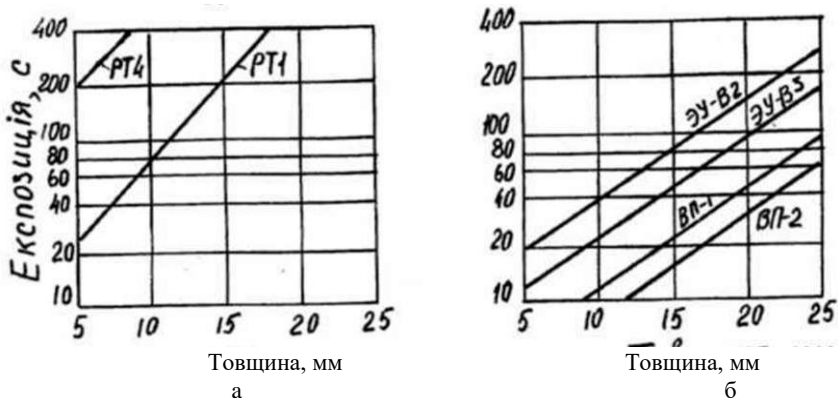
При дефектоскопії виробів із сталей, чавуну та мідних сплавів використовують плівку РТ1, або РТ2 з підсилюючими свинцевим або флуоресцентними екранами ВП-1, ВП-2, ЭУ-В2, ЭУ-В3. При використанні підсилюючих екранів фокусна відстань береться в межах 500 мм – 1000 мм, а при відсутності екранів – 300 мм – 600 мм.

Час експозиції визначають за номограмами, наведеними в паспорті установки (рис. 2.3).

При використанні фокусної відстані Φ , яка відрізняється від вказаної в номограмі Φ_n , час експозиції розраховують із співвідношення:

$$T = T_n \left(\Phi / \Phi_n \right)^2,$$

де T_n – час експозиції, визначений за номограмою.



а – фокусна відстань 300 мм, плівки – безекранні; б – фокусна відстань 500 мм, плівка РТ2 з екранами

Рисунок 2.3 – Номограма експозицій при просвічуванні сталей установкою АРИНА-02

Після просвічування плівку оброблюють відповідно до рекомендацій на її упаковці та інших нормативно-технічних документів. Просушені знімки розглядають у проникаючому світлі на негатоскопах з матовим склом.

Відомості про виявлені дефекти записують у журнал результатів контролю. Порівнюючи розміри та кількість виявлених дефектів з вимогами, наведеними в технічних умовах на виготовлення виробу, роблять висновок про якість зварних з'єднань.

Залежно від способу реєстрації результатів (способів детектування) розрізняють три методи радіаційного контролю: радіографічний, радіоскопічний і радіометричний.

На монтажі найчастіше застосовують радіографічний метод, бо радіографічний знімок є документальним підтвердженням якості зварного з'єднання. Апаратура має невелику масу, компактна й мобільна, що дає можливість використовувати її при різних обставинах.

Радіоскопічний і радіометричний методи дають можливість автоматизувати процес контролю, але через громіздку апаратуру застосовуються тільки в заводських умовах. При радіаційних методах необхідно забезпечити радіаційну безпеку обслуговуючого персоналу і оточуючих.

Виявлення дефектів при радіаційному просвічуванні

грунтується на різному поглинанні рентгенівського чи гама-випромінювання ділянками металу з дефектами чи без них. Зварні з'єднання просвічуються спеціальними апаратами.

З одного боку шва на деякій віддалі від нього розміщуються джерела випромінювання, з протилежного боку щільно притискають касету з чутливою плівкою (рис. 2.4). При просвічуванні випромінювання проходить через зварне з'єднання і опромінює плівку. В місцях, де є пори, шлакові включення, непровари, крупні тріщини на плівці утворюються темні плями. Просвічування не дозволяє виявити тріщини, якщо вони розміщені не в напрямі центрального променя (кут більше 5°), а також непровари у виді злипання зварювальних металів без газового чи шлакового прошарку. Цим способом визначають дефекти в металі товщиною до 60 мм.

При рентгеноскопії одержують сигнал про дефект при просвічуванні металу на екрані.

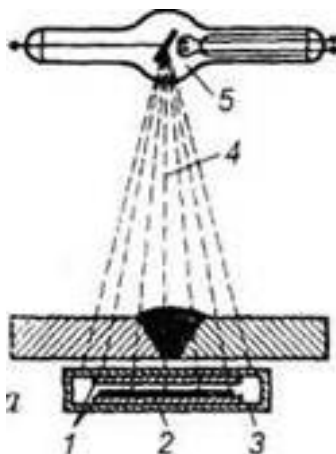
Екран покривають флуоресцентними речовинами, які світяться під дією рентгенівського випромінювання. Різні ділянки мають різне світіння через різну ступінь поглинання променя.

Цей контроль використовують у поєднанні з телевізійними пристроями, що перетворюють рентгенівське зображення у видиме.

Незважаючи на те, що радіографічний контроль вже давно став застосовуватися в промисловості (перша рентгенівська лабораторія, призначена виключно для промислових досліджень, була організована в 1925 р.), до теперішнього часу він є невід'ємною частиною виробничого процесу.

Основні переваги радіографічного контролю:

- висока чутливість до виявлення дефектів (в середньому 1 % – 2 % від просвічуваної товщини);
- документальність результатів контролю (радіографічні плівки можуть зберігатися багато років);
- наочність результатів контролю (по зображенню дефекту на плівці легко визначається тип дефекту);
- застосовність для широкого класу матеріалів (залежно від використовуваного джерела іонізуючого випромінювання можна контролювати і метали, в т.ч. аустенітні сталі і легкі метали, і органічні речовини).



1 – підсилювальний екран; 2 – рентгенівська плівка; 3 – касета;
4 – рентгенівське випромінювання; 5 – рентгенівська трубка

Рисунок 2.4 – Схема просвічування зварних швів
рентгенівським випромінюванням

Радіографічна плівка демонструє найкращий контрастний і просторовий дозвіл. Однак поряд з перевагами плівкова радіографія має і низку значних недоліків:

- мала квантова ефективність;
- вузький динамічний діапазон;
- велика тривалість і трудомісткість процесів обробки плівкового матеріалу;
- труднощі, пов'язані з організацією та змістом плівкового архіву.

Метод заснований на отриманні рентгенівського зображення на пластині, покритій спеціальною люмінофорною речовиною. Гнучка пластина, як і рентгенівська плівка, встановлюється за об'єктом контролю. Під час експозиції вона накопичує енергію іонізуючого випромінювання, в результаті чого формується приховане зображення, здатне зберігатися протягом тривалого часу (до шести годин). Після завершення експонування, пластина поміщається в сканер, який зчитує приховане в ній зображення за допомогою лазера. Півтонове зображення відтворюється на екрані монітора і безпосередньо сприймається оператором. Отримане цифрове зображення при необхідності оптимізується, масштабується і

зберігається.

Переваги методу цифрової радіографії в порівнянні з плівковим методом:

- висока швидкість отримання зображення;
- виключення трудомісткого процесу обробки плівки в фотореактивів;
- зменшення доз опромінення, необхідних для експонування, в порівнянні з плівкою;
- широкий динамічний діапазон дозволяє досліджувати матеріал об'єктів, що мають велику товщину або складну форму;
- пластина для формування зображення є багаторазовою; допустимо послідовне експонування до десяти тисяч зображень;
- є можливість архівації інформації на різних носіях, при цьому термін зберігання практично необмежений; при необхідності можна отримувати необхідну кількість копій і використовувати мережі для передачі зображень;
- пластини дозволяють безпосередньо отримувати цифрові зображення, минаючи етап використання обладнання для оцифрування рентгенівських плівок.

До істотних недоліків радіографічного контролю слід віднести його рентгенівське випромінювання, що є іонізуючим, який чинить вплив на живі організми, і може бути причиною променевої хвороби і раку. З цієї причини при роботі з рентгенівськими апаратами необхідно дотримуватись заходів захисту.

Крім того, до недоліків радіографічного контролю слід віднести той факт, що при контролі не виявляються несуттєвості і включення:

- з розміром в напрямку просвічування менш подвоєною чутливості контролю;
- якщо їх зображення на знімках збігаються із зображеннями сторонніх деталей, гострих кутів або різких перепадів товщини просвічуваного металу.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

При підготовці до лабораторної роботи необхідно з'ясувати:

1. Суть рентгенографічного методу контролю.
2. Способи просвічування, які при цьому використовуються.
3. Принципи вибору режимів просвічування деталей.
4. Вивчити обладнання, яке застосовується.
5. Вивчити технологію контролю.
6. Вивчити правила безпечного виконання робіт.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. У чому полягає суть процесу радіографії?
2. Які типи рентгенівських плівок використовують для дефектоскопії металевих конструкцій.
3. Які типи рентгенівських апаратів використовують для радіографії?
4. Конструкція, принцип дії і технічні дані рентгенівського апарата АРИНА-02.
5. Схеми просвічування зварних з'єднань.
6. Які типи еталонів для радіографії?
7. Як вибирають режими рентгенографії?
8. Як визначають та описують розміри дефектів при зварюванні?

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Набір зварних з'єднань.
2. Проявлені рентгенівські знімки зварних з'єднань.
3. Рентгенівський апарат АРИНА-02 та технічний паспорт на його експлуатацію.
4. ГОСТ 7512–82. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.
5. Негатоскоп для перегляду плівок.

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. При проведенні рентгенографії дотримуються загальних правил радіаційної безпеки [3] та правил безпечної експлуатації електроустановок.
2. При включенні імпульсної рентгенівської установки в польових умовах оператор повинен знаходитись на відстані 20 м від рентгенівського блоку в напрямку, зворотному виходу випромінювання.
3. При роботі з відключеною установкою при проведенні лабораторної роботи необхідно виключити можливість випадкового падіння самої установки або зразків і травмування виконавців роботи.
4. При роботі з негатоскопом слід дотримуватись загальних правил електробезпеки при роботі з освітлювальними приборами.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Вивчити конструкцію й принцип дії рентгенівського апарата, порядок проведення рентгенографії.
2. Згідно з рекомендаціями ГОСТ 7512–82 та технічного

паспорта апарата вибрати схему й режим просвічування контрольованих зразків, типи еталонів.

3. Розшифрувати рентгенівські знімки, описати виявлені дефекти відповідно до рекомендацій ГОСТ 7512–82.

4. Скласти звіт про роботу.

8 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Викласти мету роботи.
2. Викласти порядок проведення рентгенографії.
3. Навести схему рентгенівської установки та її технічні дані.
4. Навести схему та режими просвічування зразків.
5. Описати виявлені дефекти.
6. Зробити висновок про якість зварних з'єднань.

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.

3. ДСТУ EN 12517-2002. Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Критерій приймання для радіографічного контролю зварних з'єднань.

4. ДСТУ EN 1435-2005. Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Контроль зварних з'єднань, виконаних плавленням, радіографічний.

5. ДСТУ EN 444-2005_Неруйнівний контроль. Основні принципи радіографічного методу контролю металів рентгенівським і гамма випромінненням.

6. ДСТУ EN 462-3-2005. Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 3. Класи якості зображення для чорних металів.

7. ДСТУ EN 462-4-2001. Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 4. Експериментальне визначення показника якості зображення і таблиці якості зображення.

Додаток А

Технологічна карта радіографічного контролю

1 Об'єкт контролю			
1.1 Підприємство- виготівник			
1.2.Назва деталі			
1.3.№ креслення деталі			
1.4. Елемент, який контролюють			
1.5. Креслення			
1.6. Тип зварювального з'єднання			
1.7. Позначення			
1.8. Спосіб зварювання			
1.9. Основний метал			
1.10. Марка зварювального матеріалу			
2 Документація, по якій проводиться контроль:			
2.1. Методична			
2.2. Нормативна			
3 Вимоги до технології контролю і оцінки якості:			
3.1. Категорія зварювального з'єднання			
3.2. Об'єм контролю, %			
4. Тип і розміри контрольованого елементу			
4.1. Тип контрольованого елементу			
4.2. Розміри, мм:			
4.2.1. Зовнішній діаметр		товщина	
4.2.2. Ширина валиків посилення на поверхні :		внутрішній	
4.2.3. Валик посилення	Не знято		
4.2.4. Ширина колошовної зони			
4.2.5 Ширина контрольованої зони			
5.Засоби контролю			
5.1. Джерело випромінювання			
5.2. Розмір фокусної плями,мм			
5.3. Тип і номер еталону чутливості			
5.4. Тип радіографічної плівки			
5.5. Зарядження плівки в касету			
5.6. Набори маркувальних знаків			

5.7. Формат касети, мм	
5.8. Лінійка вимірювальна	
5.9. Негатоскоп	
5.10. Маркер	
5.11. Денситометр	
5.12. Лупа вимірювальна	
5.13. Зразок-імітатор ВПК/ВГК	
5.14. Набір фотохімікатів	
5.15. Мірний пояс, мм	
6. Параметри та схеми контролю	
6.1. Напруга на р/трубці, kV	
6.2. Товщина, для визначення чутливості контролю (S_k), мм	
6.3. Необхідна чутливість контролю не більша, мм	
6.4. Кут просвічування, град	
6.5. Відстань від джерела випромінювання до поверхні	
6.6. Число експозицій, шт	
6.7. Число контрольованих ділянок, шт	
6.8. Розмір ділянки, довжина × ширина, мм: для розмітки	
для оцінки по плівці	
6.9. Схема просвічування-	
<p style="text-align: center;">Обозначения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Источник излучения 2. Контролируемый участок сварного соединения. 3. Маркировочные знаки. 4. Защитный свинцовый экран 5. Эталон чувствительности. 6. Образец-имитатор вогнутости и выпуклости корня сварного шва. 7. Кассета с радиграфической пленкой. <p style="text-align: center;">Схема зарядки касет</p> <p style="text-align: center;">Уоливающий свинцовый экран Радиграфическая пленка</p>	

7. Підготовка контрольованого елемента	
7.1 Розміри підготовлен ої до контролю ділянки	
7.2. Вимоги до якості поверхні	зварювальні з'єднання, що підлягають контролю, мають бути очищені від окалини, шлаку, бризок металу і інших забруднень. При цьому також мають бути усунені усі виявлені при зовнішньому огляді зовнішні дефекти, а також нерівності, зображення яких на знімку можуть завадити виявленню і розшифровці зображень внутрішніх несплошностей і включень зварного з'єднання.
7.3. Розмітка на ділянки	розмітити контрольований зварний шов на ділянки відповідно до схеми контролю п. 6.1. Напрям відліку - за годинниковою стрілкою. Маркування меж і нумерація ділянок маркером за межами контрольованої зони.
8. Умови та порядок проведення контролю	
8.1. Місце проведення контролю	ділянка радіографічного контролю.
8.2. Забезпечення правил радіаційної безпеки	перед проведенням контролю захистити радіаційно-небезпечну зону сигнальною захисною стрічкою і виставити знаки радіаційної небезпеки (розмір радіаційно-небезпечної зони визначає дозиметрист відповідно до картограми радіаційного поля).
8.3. Склад робочої ланки	2 дефектоскописти, один з яких повинен мати кваліфікацію з правом видачі висновків
8.4. Діапазон робочих температур, °C	+5 ÷ +30
8.5. Послідовність технологічних операцій :	
8.5.1 відмітити маркером на зварному з'єднанні місце установки касети з плівкою і мірного пояса (від zenіту труби за годинниковою стрілкою по ходу транспортування технологічного продукту). Встановити на основному металі контрольованої труби свинцеві обмежувальні мітки і маркувальні знаки. Маркування повинно мати наступну інформацію:	

- шифр дефектоскопіста;
- шифр об'єкту;
- номер стику і просвічуваної ділянки;
- клеймо зварювальника.

У разі повторного просвічування після виправлення дефектів встановити букву "Р" у кінці групи маркувальних знаків. Якщо шов був вирізаний, потім відремонтований, встановити букву "С".

Еталон чутливості встановити на шов з боку джерела випромінювання.

Імітатор угнутості і опуклості кореня шва встановити на поверхні труби уздовж шва з боку, зверненою до джерела випромінювання, на відстані не менше 5 мм від шва.

8.5.2. Відрегулювати положення рентгенівського апарату згідно схеми просвічування, встановити режим контролю на пульті рентгенівського апарату відповідно до розрахункових параметрів контролю (п. 6). Виконати експонування радіографічної плівки.

8.5.3. Після закінчення просвічування зняти експоновану плівку із стику

8.5.4 Контроль проводиться за 2 експозиції. Для просвічування наступної ділянки повторити операції 8.5.1 - 8.5.3.

8.5.5 Виконати фотообробку експонованої рентгенівської плівки відповідно до рекомендацій заводу-виготівника.

9. Розшифровка радіографічних знімків

9.1. Перегляд і розшифровку знімків виконувати після їх повного висихання в затемненому приміщенні із застосуванням негатоскопу.

9.2 Знімки допускаються до розшифровки, якщо вони задовольняють наступним вимогам.:

- на знімках не повинно бути плям, смуг, забруднень і ушкоджень емульсивного шару, що утрудняють їх розшифровку.
- на знімках мають бути видні зображення еталонів чутливості, маркувальних знаків, обмежувальних міток, імітаторів угнутості і опуклості кореня шва (при необхідності), вимірювального пояса.
- оптична щільність зображень контрольованої ділянки шва, околошовної зони і еталону чутливості має бути в діапазоні 1,5-3,5 одиниць оптичної щільності (о.о.щ.).
- зменшення оптичної щільності зображення зварного шва і контрольованої колошовної зони на будь-якій ділянці цього

зображення по відношенню до оптичної щільності зображення еталону чутливості (чи ділянки, на якій встановлений дротяний еталон чутливості) не повинне перевищувати 1,0 е.о.п. Чутливість контролю не повинна перевищувати значення, приведеного в п.6.4.

9.3 Для визначення розмірів тріщин, непроварів, пір і включень при розшифровці радіографічних знімків слід використати вказані в розділі 5 засобів виміру.

9.4 Виміряні при розшифровці знімків розміри слід округлювати до найближчих значень з ряду 0,2;0,3;0,4;0,5;0,6;0,8;1,0;1,2;1,5;2,0;2,5;3,0;3,5 і 4,0 мм або найближчих цілих значень в мм для вимірних розмірів більше 4,0 мм

10. Оцінка якості

10.1. якість зварного з'єднання або наплавленої деталі вважається задовільною, якщо на знімках не будуть зафіксовані тріщини і непровари, включення, угнутість або перевищення проплавлення кореня шва.

10.2. Норми допустимості поодиноких включень і скупчень для номінальної товщини 3,6 мм

Товщина зварювальних деталей, мм	Поодинокі включення і скупчення			Поодинокі великі включення			
	Найбільший розмір, що допускається		Число включень і скупчень, що допускається, на будь-якій ділянці зварного з'єднання завдовжки 100 мм	Сумарна приведена площа включень і скупчень, що допускається, на будь-якій ділянці зварного з'єднання завдовжки 100 мм, мм ²	Що допускаються		Число, що допускається, на будь-якій ділянці зварного з'єднання завдовжки 100 мм
	включення, мм	скупчення, мм			Найбільший розмір, мм	Найбільша ширина, мм	

10.2. при визначенні скупчення враховуються будь-які включення, найбільший розмір яких перевищує 0,2 мм.

10.3. будь-яку сукупність включень (поодиноких скупчень, груп включень), яка може бути вписана в квадрат з розміром сторони, що

не перевищує $4 \times 0,8$, допускається розглядати як одне суцільне включення.

10.4. за відсутності поодиноких великих включень (у тому числі що приймаються за вказані включення по п. 10.3. чи при їх кількості, що менш допускається по нормах таблиці 10.2., замість них можуть бути допущені у відповідній кількості поодинокі включення і/або поодинокі скупчення розмірів, що допускаються, без їх урахування при підрахунку сумарної площі поодиноких включень і поодиноких скупчень.

10.5. допустима опуклість кореня шва, мм - не більше 0,60, угнутість кореня шва, мм - не більше 2.

10.6. Результати оцінки допустимості по п.п. 10.1÷9.5 і висновки про якість контрольованого елемента занести в робочий журнал. При виявленні несплошностей, які повинні враховуватися, скласти дефектограму контрольованого елемента.