Акціонерне товариство
«Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

АТ НАЕК "ЕНЕРГОАТОМ"
ФОНД
НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

СТАНДАРТ АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ «ЕНЕРГОАТОМ»

Технічне обслуговування та ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ РАДІОГРАФІЧНИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ

СОУ НАЕК 050:2024

НД НАЕК
ОРИГІНАЛ

Київ
2024

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: філія «Відокремлений підрозділ «Атомремонтсервіс» АТ «НАЕК «Енергоатом»

2 РОЗРОБНИКИ: М. Полосьмак, В. Кулаченков

3 ЗАТВЕРДЖЕНО: протокол засідання правління АТ «НАЕК «Енергоатом» від 14.08.2025 № 28 (реєстраційний № 01-28-ПЗП)

ВВЕДЕНО В ДІЮ: наказ АТ «НАЕК «Енергоатом» від 19.08.2025 № 01-754-Н

ПОГОДЖЕНО: лист Держатомрегулювання від 12.08.2025 № 15-23/9944-10083

4 ДАТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ: 25.08.2025

5 НА ЗАМІНУ: СОУ НАЕК 050:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий радиографический. Методика контроля сварных соединений и наплавок»

6 ПЕРЕВІРКА: 25. 08. 2030 р.

7 КОД КНДК: 2.20.35

8 ПІДРОЗДІЛ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ СУПРОВІД НД: інженерно-технічна дирекція виконавчої дирекції з виробництва та ремонтів

9 МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОРИГІНАЛУ НД: відділ стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління

Цей стандарт заборонено повністю або частково відтворювати, тиражувати і розповсюджувати у комерційних цілях без згоди АТ «НАЕК «Енергоатом»

АРКУШ ПОГОДЖЕННЯ СОУ НАЕК 050:2024

Технічне обслуговування та ремонт.
Контроль неруйнівний радіографічний. Методика контролю зварних з'єднань і наплавлень

Тимчасово виконуючий обов'язки першого віце-президента – технічного директора, виконуючий обов'язки члена правління	«16» 02 2024	Ю. Шейко
По Генеральний інспектор – директор з безпеки, виконуючий обов'язки члена правління	«22» 02 2024	О. Остаповець Ю. Ксенофонтов
Тимчасово виконуючий обов'язки виконавчого директора з виробництва та ремонтів	«16» 02 2024	Т. Ткач
По Директор з якості та управління	«20» 02 2024	А. Пашко Ю. Гамек
Тимчасово виконуючий обов'язки директора інженерно-технічної дирекції виконавчої дирекції з виробництва та ремонтів	«16» 02 2024	С. Мар'їн
Начальник відділу стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління	«20» 02 2024	Ю. Груша
Технічний директор – головний інженер філії «Відокремлений підрозділ «Атомремонтсервіс»	«09» 02 2024	І. Полєшко
філія «Відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС»	лист № 21-7549/21 від 15.12.2023	
філія «Відокремлений підрозділ «Рівненська АЕС»	лист № 23787/104 від 18.12.2023	
філія «Відокремлений підрозділ «Хмельницька АЕС»	лист № 36-905/21745 від 20.12.2023	
філія «Відокремлений підрозділ «Південноукраїнська АЕС»	лист № 23-0019/23427 від 18.12.2023	

Тесля

ЗМІСТ

1 Сфера застосування 1
2 Нормативні посилання 1
3 Терміни та визначення понять 3
4 Познаки та скорочення 6
5 Методика радіографічного контролю зварних з'єднань та наплавень 7
5.1 Загальні вимоги 7
5.2 Матеріали та приладдя для радіографічного контролю 9
5.3 Підготовка до контролю 10
5.4 Схеми контролю 13
5.5 Параметри та режими контролю 19
5.6 Перевірка та фотообробка рентгенівської (радіографічної) плівки 255
5.7 Розшифрування знімків 266
5.8 Оформлення результатів контролю 288
5.9 Зберігання рентгенівської (радіографічної) плівки. Зберігання та знищення радіографічних знімків і фіксуючого розчину 299
5.10 Метрологічне забезпечення 299
5.11 Радіографічний контроль в умовах радіаційного фону 30
6 Кваліфікація персоналу 32
7 Вимоги безпеки 32
Додаток А. Зразок технологічної карти радіографічного контролю 34
Додаток Б. Індикатори якості зображення 35
Додаток В. Конструкція зразків-імітаторів і методика оцінки увігнутості та випуклості кореня шва 44
Додаток Г. Вибір відстані від джерела випромінювання до контрольованого зварного з'єднання і довжини або числа контрольованих ділянок 46
Додаток Д. Визначення тривалості експонування при рентгенографічному та гаммаграфічному контролі з використанням джерел ірідій-192 і кобальт-60 49
Додаток Е. Рекомендації щодо проведення ручної фотообробки рентгенівської (радіографічної) плівки 51
Додаток Ж. Дефекти фотообробки радіографічних знімків 56
Додаток И. Журнал перевірки рентгенівської (радіографічної) плівки 57
Додаток К. Журнал приготування фоторозчинів 58
Додаток Л. Розшифрування знімків з темними смужками, які за своїм характером не можуть бути інтерпретовані як зображення непроварів 59
Додаток М. Умовний запис несуцільностей при розшифруванні знімків та документальному оформленні результатів радіографічного контролю 60
Аркуш реєстрації змін 63

СТАНДАРТ АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ «ЕНЕРГОАТОМ»

Технічне обслуговування та ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ РАДІОГРАФІЧНИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт встановлює вимоги до кваліфікації персоналу, вимоги безпеки, яких необхідно дотримуватись під час виконання радіографічного контролю, а також вимоги до радіографічної апаратури, підготовки та методики проведення радіографічного контролю зварних з'єднань і наплавлень, оформлення результатів радіографічного контролю.

1.2 Цей стандарт поширюється на зварні з'єднання та наплавлення обладнання й трубопроводів АЕС, що контролюються відповідно до вимог нормативних документів, стандартів і технічних умов.

1.3 Методика проведення радіографічного контролю зварних з'єднань і наплавлень поширюється на наплавлення та зварні з'єднання з товщиною проникнення до 400 мм, контрольовані із застосуванням проникаючих випромінювань – рентгенівського, гама- і гальмівного випромінювання прискорювачів електронів і рентгенівської (радіографічної) плівки.

1.4 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для персоналу підрозділів АТ «НАЕК «Енергоатом», які здійснюють радіографічний контроль зварних з'єднань і наплавлень під час виготовлення, монтажу, експлуатації, ремонту, реконструкції та продовження строку експлуатації обладнання і трубопроводів атомних електростанцій.

1.5 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для внесення їх до тендерної документації та/або договору з підрядними організаціями, які виконують радіографічний контроль на замовлення АТ «НАЕК «Енергоатом», виготовляють і поставляють продукцію для АЕС.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Нижче наведено документи, на які в стандарті є посилання

Якщо документ, зазначений у цьому розділі змінено (замінено) або його дію скасовано (без заміни на інший), то до моменту внесення зміни до СОУ НАЕК 050 необхідно користуватися зміненим (заміненим) документом або положення СОУ НАЕК 050 застосовувати без врахування вимог документа, дію якого скасовано

НП 306.2.113-2005 «Вимоги до проведення атестації систем експлуатаційного неруйнівного контролю обладнання та трубопроводів АЕС»

НП 306.2.227-2020 «Загальні вимоги безпеки до улаштування та експлуатації обладнання й трубопроводів атомних станцій»

НП 306.6.229-2020 «Правила безпечного перевезення радіоактивних матеріалів (ПБПРМ-2020)»

НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»

«Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів», затверджені наказом Міненерговугілля України від 13.02.2012 № 91

«Правила улаштування електроустановок» (у редакції 2017 року), затверджені наказом Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476

НРБУ-97 (ДГН 6.6.1-6.5.001-98) «Норми радіаційної безпеки України. Державні гігієничні нормативи»

ДСП 6.177-2005-09-02 «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Державні санітарні правила»

ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 «Єдина система конструкторської документації. Експлуатаційні документи»

ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення»

ДСТУ 2865-94 «Контроль неруйнівний. Терміни та визначення»

ДСТУ 2960-94 «Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення»

ДСТУ 3021-95 «Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення»

ДСТУ 3761.2-98 «Зварювання та споріднені процеси. Частина 2. Процеси зварювання та паяння. Терміни та визначення»

ДСТУ 3761.3-98 «Зварювання та споріднені процеси. Частина 3. Зварювання металів: з’єднання та шви, технологія, матеріали та устаткування. Терміни та визначення»

ДСТУ 8733:2017 «Атомна енергетика. Терміни та визначення понять»

ДСТУ EN 25580:2006 (EN 25580:1992, IDT) «Неруйнівний контроль. Промислові радіографічні негатоскопи. Мінімальні вимоги»

ДСТУ EN 1330-3:2008 (EN 1330-3:1997, IDT) «Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 3. Терміни стосовно промислового радіаційного контролю»

ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) «Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів»

ДСТУ ISO 5576:2016 (ISO 5576:1997, IDT) «Контроль неруйнівний. Промислова радіологія з використанням рентгенівського і гамма-випромінювання. Словник термінів»

ДСТУ ISO/IEC 17050-1:2006 (ISO/IEC 17050-1:2004, IDT) «Оцінка відповідності. Декларація постачальника про відповідність. Частина 1. Загальні вимоги»

ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT) «Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій»

ДСТУ EN ISO 11699-1:2016 (EN ISO 11699-1:2011, IDT, ISO 11699-1:2008, IDT) «Неруйнівний контроль. Рентгенівські плівки для промислової радіографії. Частина 1. Класифікація плівкових систем для промислової радіографії»

ДСТУ EN ISO 11699-2:2019 (EN ISO 11699-2:2018, IDT; ISO 11699-2:2018, IDT) «Неруйнівний контроль. Рентгенографічні плівки технічної призначеності. Частина 2. Контролювання оброблення плівки у відповідності до еталонних значень»

ДСТУ EN ISO 17636-1:2014 «Неруйнівний контроль зварних швів. Радіографічний контроль. Частина 1. Способи контролю рентгенівським і гамма-випромінюванням із застосуванням плівки»

ДСТУ EN ISO 19232-1:2016 (EN ISO 19232-1:2013, IDT; ISO 19232-1:2013, IDT) «Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 1. Визначення показника якості зображення за допомогою індикатора якості зображення дротового типу»

ДСТУ EN ISO 19232-2:2016 (EN ISO 19232-2:2013, IDT; ISO 19232-2:2013, IDT) «Неруйнівний контроль. Якість зображення радіографічних знімків. Частина 2. Визначення показника якості зображення за допомогою індикатора якості зображення типу ступінь-отвір»

ДСТУ EN ISO 19232-4:2016 (EN ISO 19232-4:2013, IDT; ISO 19232-4:2013, IDT) «Контроль неруйнівний. Якість зображення на рентгенівських знімках. Частина 4. Експериментальне оцінювання значень і таблиць якості зображення»

СОУ НАЕК 027:2024 «Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний ультразвуковий. Методика контролю основних матеріалів (напівфабрикатів)»

СОУ НАЕК 078:2024 «Технічне обслуговування та ремонт. Документи технічного контролю основних матеріалів (напівфабрикатів), основного металу, зварних з'єднань і наплавлень обладнання й трубопроводів АЕС. Види, форми та правила оформлення документів»

СОУ НАЕК 131:2023 «Технічне обслуговування та ремонт. Вимоги до атестації персоналу в сфері контролю металу»

ПЛ-Д.0.03.037-17 «Положення про порядок оцінювання та визнання вимірювальних можливостей вимірювальних підрозділів відокремлених підрозділів ДП «НАЕК «Енергоатом». Загальні вимоги, організація та порядок проведення»

ПЛ-К.0.07.005-23 «Положення про організацію роботи з персоналом державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни, установлені в **НП 306.2.227-2020:** експертна організація; **ДСТУ ГОСТ 2.601:** паспорт; **ДСТУ 2860:** дефект; **ДСТУ 2865:** радіографічний метод; **ДСТУ 2960:** контроль; **ДСТУ 3021**: обсяг контролю; **ДСТУ 3761.2**: наплавлення, **ДСТУ 3761.3**: зварне з’єднання; **ДСТУ ISO 9000:** якість; **ДСТУ EN 1330-3:** геометрична нерізкість, денситометр, зернистість, касета, коліматор, негатоскоп, радіографічний знімок, розмір джерела, розмір фокусної плями; **ДСТУ 8733:** випуклість кореня шва, включення, непровар, несуцільність, номінальна товщина зварених деталей, підріз, пора, пропалювання,

тріщина, увігнутість кореня шва, ширина шва; **СОУ НАЕК 027:** сторонні організації.

Нижче подано інші терміни, використані у цьому стандарті, та визначення позначених ними понять

3.1 абсолютна чутливість радіаційного контролю

Мінімальна зміна значення контрольованого параметра об'єкта, що може бути виявлено із заданою ймовірністю цим методом радіаційного контролю (використовується в цьому стандарті)

3.2 величина чутливості якості зображення; чутливість ІЯЗ

Величина чіткості зображення, що потрібна чи досягнена (ДСТУ EN 1330-3)

3.3 відстань від джерела до об'єкта

Відстань між джерелом випромінювання і звернутою до джерела стороною об'єкта контролю, виміряна вздовж центральної осі пучка випромінювання (ДСТУ EN 1SO 17636-1)

3.4 відстань від об'єкта до плівки

Відстань між звернутою до джерела випромінювання стороною об'єкта, що піддається радіографічному контролю, та поверхнею плівки, виміряне вздовж центральної осі пучка випромінювання (ДСТУ EN 1SO 17636-1)

3.5 вуаль старіння

Підвищення оптичної густини неекспонованої плівки внаслідок тривалого зберігання, що її вимірюють після обробляння (ДСТУ EN 1330-3)

3.6 густина вуалі

Загальний термін, який використовується для позначення оптичної густини обробленої плівки, спричиненої будь-чим, крім прямої дії випромінювання, що формує зображення. Це може бути вуаль старіння, хімічна вуаль, дихроїчна вуаль, експозиційна вуаль або природна вуаль (ДСТУ 1SO 5576)

3.7 дихроїчна вуаль

Кольоровий наліт із металевим блиском на негативах (використовується в цьому стандарті)

3.8 експозиційна вуаль

Підвищення оптичної густини обробленої плівки внаслідок випадкового експонування видимим світлом, рентгенівським випромінюванням або радіоактивними речовинами (використовується в цьому стандарті)

3.9 експонування; експозиція

Процес просвічування (просвічення), що його реєструє детектор зображення (ДСТУ EN 1330-3)

3.10 зразок-імітатор

Зразок для оцінки за радіографічними знімками увігнутості та випуклості кореня шва – застосовується у разі недоступності внутрішньої поверхні зварного з'єднання для огляду (використовується в цьому стандарті)

3.11 індикатор якості зображення; ІЯЗ

Пристрій, який складається з ряду елементів градуйованої товщини, що дає змогу вимірювати якість зображення. Елементи ІЯЗ – зазвичай це дроти або сходинки з отворами (ДСТУ 1SO 5576)

3.12 компенсатор іонізуючого випромінювання
компенсатор
приставка-компенсатор

Додаткове поглинаюче тіло (речовина), введене в зону робочого пучка іонізуючого випромінювання з метою покращення умов реєстрації радіаційного зображення та аналізу вихідного зображення контрольованого об'єкта (використовується в цьому стандарті)

3.13 контрастність зображення

Відносне змінення оптичної густини двох суміжних ділянок на радіографічному знімку (ДСТУ EN 1330-3)

3.14 максимальна яскравість освітленого поля

Максимальна яскравість переглядового захисного скла (негатоскопа) освітленого поля не менше 32000 кд/м^2, що забезпечує перегляд та розшифровку знімків радіографічної оптичної густини до 3,5 од. о.г. (використовується в цьому стандарті)

3.15 металевий екран

Екран, виготовлений зі щільного металу (зазвичай свинцю), що фільтрує випромінення та в разі опромінення рентгенівськими чи гамма-променями випромінює електрони (ДСТУ EN 1330-3)

3.16 мікрофотометр

Прилад для вимірювання оптичної густини почорнінь на дуже малих ділянках фотографічних шарів (використовується в цьому стандарті)

3.17 навколошовна зона

Ділянка зварного з'єднання, прилегла до зварного шва (використовується в цьому стандарті)

3.18 неактинічне освітлення

Освітлення лабораторії світлом такого спектрального складу, який має достатню візуальну яскравість (видність) і не впливає на оброблювані в лабораторії світлочутливі матеріали (використовується в цьому стандарті)

3.19 номінальна товщина

Номінальна товщина основного матеріалу (металу) без урахування допусків на виготовлення (ДСТУ EN 1SO 17636-1)

3.20 об'єкт контролю

Окремий вузол або окремо взяте зварне з'єднання (наплавлення), яке підлягає проведенню радіографічного контролю (використовується в цьому стандарті)

3.21 оптична густина

Ступінь почорніння прозорого середовища (затемнення плівки), що розраховується таким чином: $OD = log\ (I_0/I)$, де OD - оптична густина, I_0 - інтенсивність світла, спрямованого на плівку, I - інтенсивність світла, що передається через плівку (використовується в цьому стандарті)

3.22 підсилювальний екран

Матеріал, який перетворює частину енергії випромінювання у світло чи електрони, що в разі контакту із записувальними засобами під час експозиції покращує якість радіографічного знімка чи скорочує час експонування, яке потрібне для отримання знімка, чи те й інше (ДСТУ EN 1330-3)

3.23 поглинач

Поліпшення якості радіографічного знімка, обумовлене більш сильним поглинанням переднім підсилювальним екраном низькоенергетичного розсіяного випромінювання в порівнянні з прямим випромінюванням і відповідним зростанням величини співвідношення інтенсивності прямого (формує зображення на знімку) і розсіяного (підвищує оптичну густину фону) випромінювання, що впливає на рентгенівську (радіографічну) плівку (використовується в цьому стандарті)

3.24 природна вуаль

Незначне почорніння неекспонованої плівки, яке виникає після проявлення, навіть якщо плівка не зазнавала впливу рентгенівського випромінювання або світла. Це зумовлено фізико-хімічними процесами у фотоемульсії, а також умовами зберігання та оброблення плівки (використовується в цьому стандарті)

3.25 товщина проникнення

Товщина матеріалу в напрямку променю випромінювання, розрахована на основі номінальної товщини всіх проникаючих стінок (ДСТУ EN 1SO 17636-1)

3.26 тривалість експонування

Час просвічування об’єкта контролю в разі реєстрування випромінювання (ДСТУ EN 1330-3)

3.27 хімічна вуаль

Рівномірне затемнення, яке проявляється на неекспонованій плівці після хімічної обробки. Його виникнення зумовлено забрудненням розчину проявлення або проявленням плівки при надвисокій температурі (використовується в цьому стандарті)

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АЕС	- атомна електрична станція
ВП	- відокремлений підрозділ
АТ «НАЕК «Енергоатом»	- акціонерне товариство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»
Держатомрегулювання	- Державна інспекція ядерного регулювання України
ІЯЗ	- індикатор якості зображення
НД	- нормативний документ
НП з ЯРБ	- норми та правила з ядерної і радіаційної безпеки
ПОП	- правила охорони праці
ПТЕ	- правила технічної експлуатації
ППБ	- правила пожежної безпеки

ПРБ	- правила радіаційної безпеки
РГК	- радіографічний контроль
ТКК	- технологічна карта контролю
філії ВП АЕС	- філії «Відокремлений підрозділ «Запорізька АЕС», «Відокремлений підрозділ «Рівненська АЕС», «Відокремлений підрозділ «Південноукраїнська АЕС», «Відокремлений підрозділ «Хмельницька АЕС» АТ «НАЕК «Енергоатом»

5 МЕТОДИКА РАДІОГРАФІЧНОГО КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ТА НАПЛАВЕНЬ

5.1 Загальні вимоги

5.1.1 Радіографічний контроль (проводиться з метою виявлення в наплавленнях і зварних з'єднаннях (зварного шва та навколошовної зони):

– тріщин;
– непроварів;
– пор;
– металевих та неметалевих включень, щільність яких відрізняється від щільності металу зварного з'єднання (вольфрамових, шлакових, оксидних тощо);
– недоступних для візуального контролю підрізів, пропалів тощо.

5.1.2 При радіографічному контролі можуть також оцінюватися недоступні для візуального контролю увігнутості та випуклості кореня шва.

5.1.3 При радіографічному контролі не забезпечується виявлення:

– будь-яких дефектів з розмірами в напрямку експонування менше подвоєної величини чутливості якості зображення;

– будь-яких дефектів, якщо їх зображення на знімку збігаються із зображеннями інших деталей, гострих кутів, перепадів товщини контрольованого металу;

– непроварів і тріщин, якщо їх розкриття менше значень, наведених в таблиці 5.1, і (або) площина їх розкриття не збігається з напрямком експонування.

Таблиця 5.1 – Розкриття непроварів і/або тріщин в залежності від товщини проникнення

Товщина проникнення, мм	**Розкриття (ширина) непровара або тріщини, мм**
До 40 включно	0,1
Понад 40 до 100 включно	0,2
Понад 100 до 150 включно	0,3
Понад 150 до 200 включно	0,4
Понад 200	0,5

5.1.4 Обсяг контролю та норми оцінки якості наплавлень і зварних з'єднань за результатами контролю встановлюються НД з контролю та оцінки якості.

5.1.5 При проєктуванні вузлів і конструкцій АЕС та призначення контролю необхідно враховувати, що контроль може бути здійснений тільки при одночасному

дотриманні таких умов:

– за наявності двостороннього доступу до контрольованого наплавлення або зварного з'єднання, що забезпечує можливість встановлення касети з плівкою та джерела випромінювання відповідно до вимог цього стандарту;

– зварні з'єднання вварювання штуцерів і труб в трубні дошки можуть піддаватися контролю при внутрішньому діаметрі штуцерів і труб не менше 15 мм;

– контролю можуть піддаватися наплавлення та зварні з'єднання з відношенням товщини проникнення наплавленого металу до загальної товщини проникнення в напрямку експонування не менше 0,2.

5.1.6 Контроль здійснюється за технологічними картами контролю. ТКК повинні відповідати вимогам цього стандарту (мати номер і передбачати технологію РГК відповідного зварного з'єднання або наплавлення). Приклад оформлення ТКК наведений у додатку А. ТКК повинні містити, як мінімум, таку інформацію:

а) основні відомості про контрольоване наплавлення або зварне з'єднання:

1) оперативне найменування об'єкту контролю (номер та/або шифр обладнання, трубопроводу), номер або шифр виробу (заготовки);

2) тип та номер наплавлення або зварного з'єднання;

3) категорія зварного з'єднання або категорія (група) трубопроводу (обладнання) та НД з контролю та оцінки якості, які встановлюють критерії оцінювання наплавлення або зварного з'єднання, за якими має проводитися приймання наплавлення або зварного з'єднання;

4) номінальна товщина, за якою має оцінюватися якість наплавлення або зварного з'єднання відповідно до НД.

б) схема контролю із зазначенням місця встановлення індикатора якості зображення ;

в) тип та номер індикатора якості зображення ;

г) необхідна величина чутливості якості зображення;

д) джерело випромінювання:

1) для рентгенівських апаратів вказуються напруга та максимальний розмір фокусної плями рентгенівської трубки;

2) для радіонуклідних джерел - тип та максимальний розмір джерела;

3) для прискорювача - енергія прискорених електронів;

е) відстань від джерела випромінювання до контрольованого зварного з'єднання або наплавлення та відстань від зварного з'єднання або наплавлення до рентгенівської (радіографічної) плівки;

ж) клас плівкової системи та розміри рентгенівської (радіографічної) плівки;

и) мінімально допустима кількість і розміри контрольованих ділянок;

к) початок і напрямок розмітки ділянок.

У ТКК можуть також включатися інші додаткові відомості. ТКК розробляються спеціалістами підрозділу контролю металу. Кожна ТКК повинна бути підписана розробником технології, керівником підрозділу контролю металу із зазначенням дати та мати обліковий номер. Допускається також використовувати типові ТКК, погоджені у філіях ВП АЕС згідно зі встановленим порядком.

5.1.7 Цей стандарт розроблено згідно з ДСТУ EN ISO 19232-1, ДСТУ EN ISO 19232-2, ДСТУ EN ISO 11699-1, ДСТУ EN ISO 11699-2, ДСТУ ISO 5576, ДСТУ EN ISO 17636-1.

5.2 Матеріали та приладдя для радіографічного контролю

5.2.1 В якості джерел випромінювання при радіографічному контролі слід використовувати рентгенівські апарати, радіонуклідні джерела для гамма-дефектоскопії (іттербій-169, тулій-170, селен-75, іридій-192, кобальт-60) і джерела жорсткого гальмівного випромінювання (бетатрони, мікротрони та лінійні прискорювачі з енергією випромінювання, що не перевищує 35 МеВ).

Примітка. У разі використання для РГК автоматизованих систем контролю, вони мають бути атестовані відповідно до вимог НП 306.2.113-2005.

5.2.2 При радіографічному контролі мають використовуватися рентгенівські (радіографічні) плівки з невичерпаним терміном придатності, які здатні забезпечити необхідну величину чутливості якості зображення.

Оптична густина вуалі неекспонованої плівки повинна бути не більше 0,3 оптичних одиниць (за умови, якщо виробником не обумовлені більш жорсткі вимоги).

Використання плівок із закінченим терміном придатності допускається в окремих випадках за умови виконання вимог 5.6.1 - 5.6.4 цього стандарту та здатності забезпечити необхідну величину чутливості якості зображення. Рішення щодо допуску такої плівки до використання приймається на підставі позитивних результатів перевірки зі складанням акта, який затверджується головним інженером філії.

5.2.3 Касети для зарядки плівки повинні бути світлонепроникними й забезпечувати щільне прилягання плівки до підсилювальних екранів.

Якщо за умовами контролю не потрібно згинати плівку, рекомендується використовувати жорсткі касети.

5.2.4 В якості підсилювальних екранів слід застосовувати лише металеві підсилювальні екрани – свинцеві.

Для енергії випромінювання 1 МеВ і вище допускається застосування мідно-латунних і сталевих підсилювальних екранів.

5.2.5 Екрани повинні мати чисту гладку поверхню без складок, подряпин, зморшок, надривів, отворів, чужорідних включень та інших дефектів, зображення яких на знімках можуть ускладнити розшифровку.

5.2.6 Для захисту плівки від розсіяного випромінювання (екранування касети з плівкою з боку, протилежного джерелу випромінювання) рекомендується використовувати свинцеві екрани.

В якості металевих екранів рекомендується використовувати свинцеву фольгу або листи товщиною від 1 мм до 3 мм.

5.2.7 Для ідентифікації ділянки контролю на радіографічному знімку на кожну таку ділянку наносять спеціальні символи (маркувальні знаки). В якості маркувальних знаків слід використовувати цифри та літери українського або латинського алфавіту, а також додаткові знаки у вигляді стрілок, тире тощо.

5.2.8 Маркувальні знаки та обмежувальні мітки слід виготовляти зі свинцю або інших матеріалів, що забезпечують отримання чітких зображень на знімках. Вимоги щодо вибору розміру маркувальних знаків зазначені в 5.5.13.

5.2.9 Для оцінки величини чутливості якості зображення при проведенні радіографічного контролю слід застосовувати індикатори якості зображення канавкового типу, дротового типу й типу ступінь-отвір відповідно до додатку Б.

5.2.10 Для оцінки увігнутості та випуклості кореня шва кільцевого зварного з’єднання, недоступного для візуального контролю, слід застосовувати сталеві зразки-

імітатори увігнутості та випуклості.

Конструкція зразків-імітаторів і методика їх використання наведені в додатку В.

5.3 Підготовка до контролю

5.3.1 Зварні з'єднання та наплавлення, що підлягають контролю, повинні бути очищені від окалин, шлаку, бризок металу тощо. При цьому повинні бути усунені всі виявлені при візуальному контролі зовнішні дефекти, а також нерівності, зображення яких на знімку можуть перешкодити виявленню та розшифруванню зображень внутрішніх несуцільностей зварного з'єднання.

5.3.2 Після зачищення зварного з'єднання (наплавлення) та усунення зовнішніх дефектів виконуються його розмітка на ділянки та нумерація (маркування) ділянок способом, що не погіршує якість і експлуатаційну надійність об'єкту контролю. Якщо властивості матеріалу об'єкту контролю та/або умови його експлуатації не дозволяють наносити постійне маркування, місце розташування ділянок може бути зафіксовано за допомогою точних ескізів або фотографій.

5.3.3 Розмітка та маркування зварного з'єднання й наплавлення повинні зберігатися до його остаточного приймання.

5.3.4 Система розмітки та маркування ділянок (початок і напрямок нумерації) повинна забезпечувати можливість відновлення розмітки й нумерації.

Розмітка повинна відповідати розмітці для ультразвукового контролю, якщо такий передбачений виробничою документацією.

Кільцеві зварні з'єднання трубопроводів рекомендується розбивати на ділянки за аналогією з годинниковим циферблатом, а напрямок руху середовища вважати таким, що входить в циферблат.

5.3.5 Перед контролем на контрольовані ділянки зварного з'єднання (наплавлення) повинні бути встановлені маркувальні знаки, індикатори якості зображення та обмежувальні мітки на межах ділянок, а також на межах наплавленого металу шва при контролі зварних швів без випуклості або зі знятою випуклістю (наприклад, при механічній обробці) та на межах виконаного наплавлення. Схема встановлення маркувальних знаків індикаторів якості зображення та обмежувальних міток наведена на рисунку 5.1.

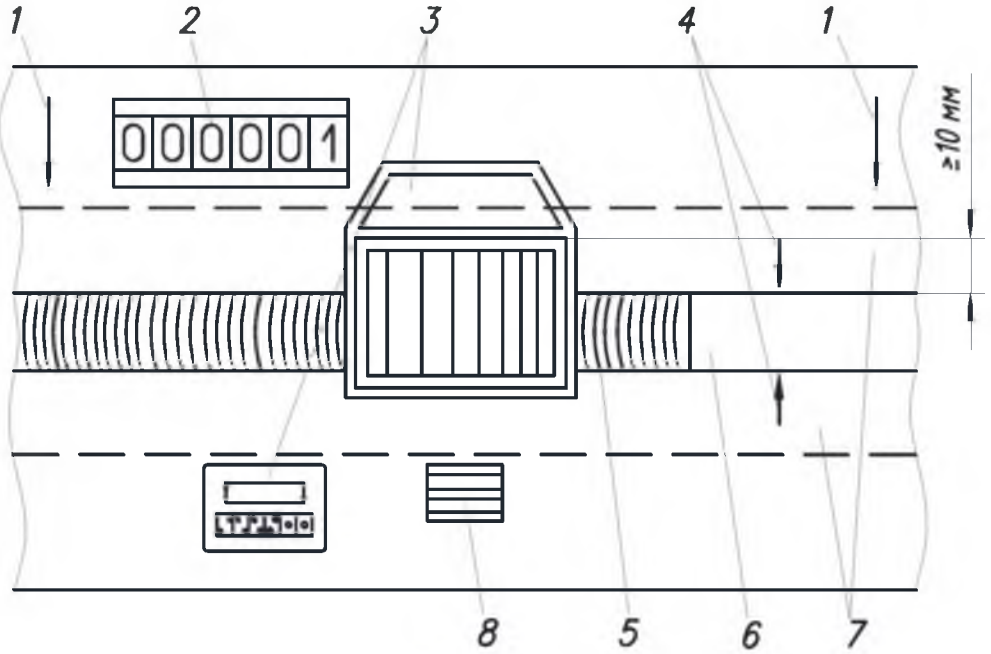
5.3.6 Маркувальні знаки слід встановлювати на поверхні об'єкту контролю (допускається встановлення на касеті з плівкою) так, щоб їх зображення на знімках не накладалися на зображення шва та контрольовані ділянки навколошовної зони, яка визначається згідно з вимогами 5.5.12.

5.3.7 Маркування на знімках має повторювати маркування контрольованих ділянок.

При неможливості встановлення на контрольованій ділянці зварного з'єднання маркувальних знаків допускається маркувати знімки будь-яким способом, що забезпечує збереження маркування при зберіганні знімків (наприклад, олівцем, світловим або перфораційним маркером тощо). У цьому випадку в технологічній карті або журналі результатів контролю має бути проставлено запис «Маркування олівцем (або іншим способом) дозволено» за підписом керівника підрозділу, що здійснює радіографічний контроль.

5.3.8 Маркування повинно забезпечувати можливість визначення ділянки зварного з'єднання (наплавлення) контрольованого об'єкта, до якої належить радіографічний знімок, а також можливість знаходження запису в журналі результатів

контролю, що належить до знімка, або знімку за записом в журналі.



1 - обмежувальні мітки;
2 - маркувальні знаки;
3 - індикатор якості зображення (маркування ІЯЗ див. додаток Б);
4 - стрілки, що обмежують ширину шва зі знятою випуклістю;
5 - зварний шов;
6 - зварний шов зі знятою випуклістю;
7 - навколошовна зона;
8 - зразок-імітатор (встановлюється за необхідності).

Рисунок 5.1 - Схема встановлення маркувальних знаків індикаторів якості зображення та обмежувальних міток

5.3.9 При повторному контролі зварного з’єднання після ремонту в маркування повинна включатись буква П (або Р), після другого ремонту – 2П (або 2Р).

Дозволяється також включати в маркування номер або умовний шифр (тавро) персоналу, який виконував контроль.

5.3.10 Наявність зворотного розсіяного випромінювання, за необхідністю, перевіряється при кожній новій експозиції за допомогою свинцевої літери «В» (з мінімальною висотою 10 мм і мінімальною товщиною 1,5 мм), розміщеної безпосередньо за кожною касетою з плівкою. Якщо зображення цього символу записується на радіографічному знімку як світліше, то цей знімок вважається незадовільним. Якщо символ темніший або невидимий, радіографічний знімок є прийнятним та демонструє хороший захист від зворотного розсіяного випромінювання.

У разі необхідності плівка має бути захищена від зворотного розсіяного випромінювання листом свинцю товщиною не менше 1 мм або листом олова товщиною не менше 1,5 мм, розміщеним за комбінацією плівка-екран.

5.3.11 Індикатори якості зображення слід встановлювати на контрольованій ділянці зварного з’єднання з боку джерела випромінювання.

У випадку неможливості встановлення індикатора якості зображення з боку джерела випромінювання при контролі зварних з’єднань за схемами контролю згідно з рисунками 5.3г, 5.3д індикатори якості зображення допускається розміщувати зі сторони плівки. Для схеми контролю згідно з рисунком 5.3е (панорамне експонування)

розміщення індикатора якості зображення з боку джерела випромінювання або зі сторони плівки визначається згідно з умовами, зазначеними в 5.5.10, 5.5.11. Для схеми контролю згідно з рисунком 5.3в (техніка на еліпс, перпендикулярна техніка) та схем контролю згідно з рисунками 5.4в, 5.4г, 5.4д, 5.4е Індикатори якості зображення можуть бути розміщені як зі сторони джерела випромінювання, так і з боку касети з плівкою. Якщо індикатор якості зображення не може бути розміщений з боку джерела випромінювання, його допускається розміщувати зі сторони касети з плівкою. В цьому випадку якість зображення слід визначати, принаймні один раз, шляхом порівняння експозиції з розміщенням індикатора якості зображення зі сторони джерела випромінювання та експозиції з розміщенням індикатора якості зображення зі сторони касети з плівкою, при аналогічних умовах експонування.

У випадку розміщення індикатора якості зображення зі сторони касети з плівкою поруч з ним рекомендується розташовувати свинцеву букву «Т» або «F» такого ж розміру, що й маркування знімка, таким чином, щоб її зображення на знімку не накладалося на зображення шва та контрольовану ділянку навколошовної зони.

5.3.12 Дротяний індикатор якості зображення має бути спрямований перпендикулярно до осі зварного шва, а його розташування має забезпечувати, щоб принаймні 10 мм довжини дроту відображалися на ділянці однорідної оптичної густини, яка зазвичай перебуває в навколошовній зоні. Для схеми контролю згідно з рисунком 5.3в дротяний індикатор якості зображення допускається встановлювати дротами поперек осі труби, й вони не повинні проектуватися на зображення зварного шва.

При контролі не повністю заварених стикових зварних з’єднань, а також повністю заварених кутових і таврових зварних з’єднань слід застосовувати дротяні індикатори якості зображення.

5.3.13 Канавкові індикатори якості зображення слід встановлювати зі спрямуванням ІЯЗ вздовж зварного шва

Індикатори якості зображення типу ступінь-отвір слід встановлювати таким чином, щоб необхідний номер отвору розташовувався поблизу зварного шва.

Вищезазначені індикатори якості зображення розміщують на відстані від зварного шва з дотриманням таких умов:

а) для стикових зварних з’єднань:

1) з номінальною товщиною зварюваних деталей до 5 мм - не менше 5 мм;

2) з номінальною товщиною зварюваних деталей від 5 мм до 20 мм - не менше номінальної товщини зварюваних деталей;

3) з номінальною товщиною зварюваних деталей понад 20 мм - не менше 20 мм.

б) для кутових та таврових зварних з’єднань – не менше 5 мм.

в) для стикових зварних з’єднань, виконаних електрошлаковим зварюванням, - не менше 50 мм (незалежно від номінальної товщини зварювальних деталей).

5.3.14 У разі неможливості встановлення індикатора якості зображення на контрольованому зварному з’єднанні або неможливості отримання його зображення на знімку (наприклад, при контролі швів вварювання труб в трубні дошки тощо) допускається:

– встановлювати канавкові індикатори якості зображення та ІЯЗ типу ступінь-отвір безпосередньо на шов. При цьому канавки канавкового ІЯЗ мають бути спрямовані поперек шва, якщо довжина контрольованої за одну експозицію ділянки шва перевищує довжину ІЯЗ не менше ніж у 5 разів або зображення ІЯЗ перебуває за

межами розшифровуваного зображення ділянки шва. Індикатор якості зображення типу ступінь-отвір має бути спрямований поперек шва, таким чином, щоб зображення його маркування не накладалися на зображення ділянки шва;

– визначати величину чутливості якості зображення за допомогою ІЯЗ на зразку, що імітує зварне з'єднання з товщиною проникнення, рівною товщині проникнення контрольованого зварного з'єднання.

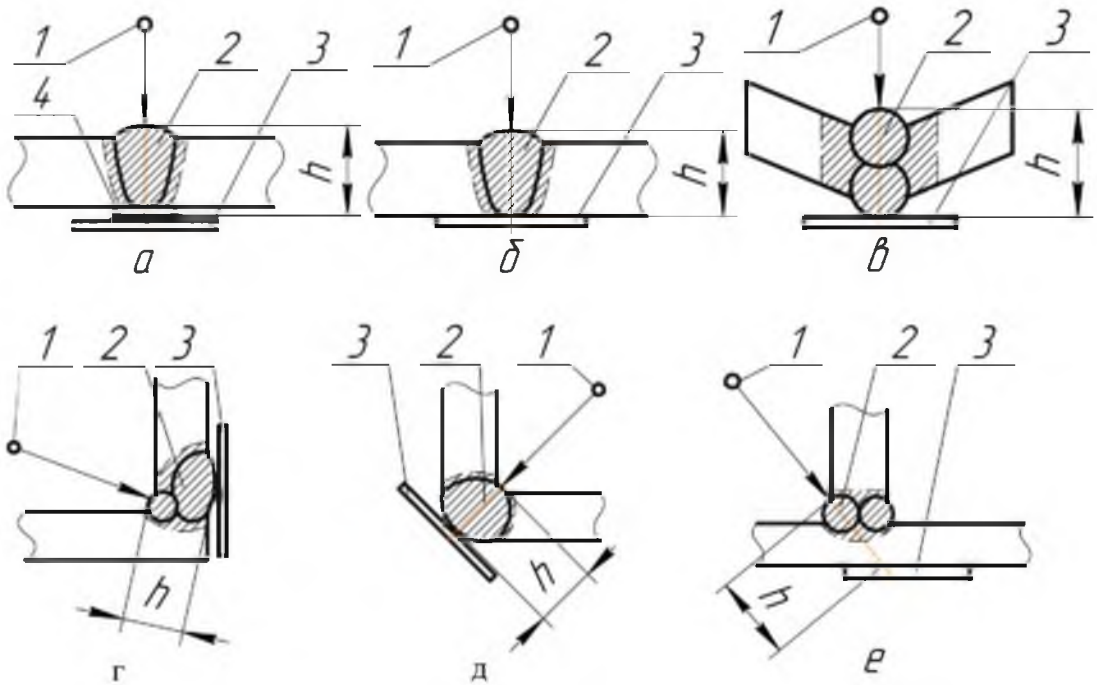
Можливість проведення контролю без встановлення ІЯЗ (з перевіркою величини чутливості якості зображення на зразку, що імітує зварне з'єднання) має бути передбачена в технологічній карті контролю.

5.3.15 Якщо при панорамному експонуванні кільцевих зварних з'єднань на шов встановлюється не більше чотирьох плівок, кількість встановлених індикаторів якості зображення має відповідати кількості плівок. Якщо встановлюється понад чотири плівки, допускається встановлювати по одному індикатору якості зображення на кожну чверть довжини кола шва.

5.3.16 При контролі зварних з'єднань трубопроводів зовнішнім діаметром до 100 мм допускається не встановлювати обмежувальні мітки на межах контрольованих за одну експозицію ділянок, у тому числі канавкові ІЯЗ та індикатори якості зображення типу ступінь-отвір допускається встановлювати поза межами навколошовної зони вздовж вісі труби.

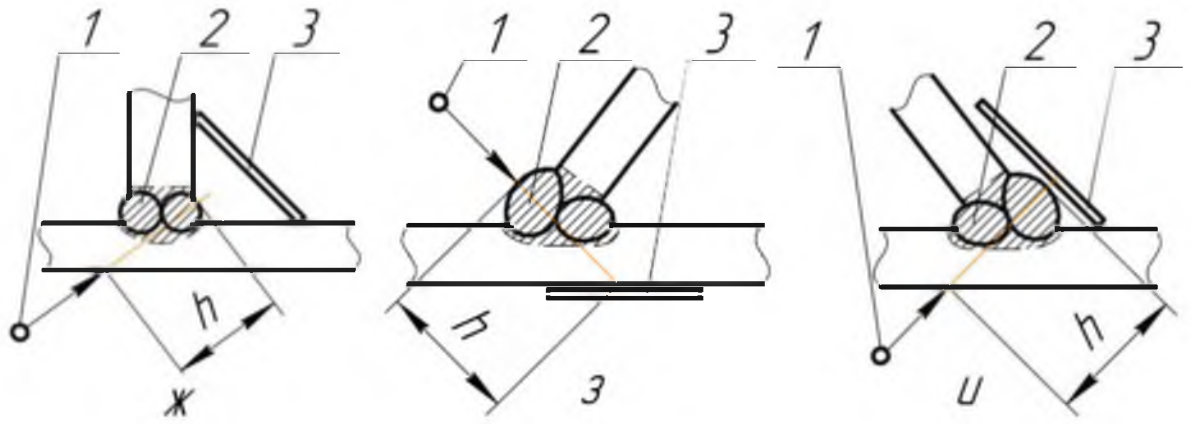
5.4 Схеми контролю

5.4.1 Прямолінійні та близькі до прямолінійних зварні з'єднання (зварні з'єднання плоских елементів, поздовжні шви циліндричних виробів, зварні з'єднання циліндричних та сферичних виробів зовнішнім діаметром понад 2 м тощо) слід контролювати за схемами, наведеними на рисунку 5.2.



де, 1 – джерело випромінювання; 2 – контрольована ділянка; 3 – касета; 4 – підкладна планка (підкладне кільце); h – товщина проникнення.

Рисунок 5.2 - Схеми контролю прямолінійних та близьких до прямолінійних зварних з'єднань



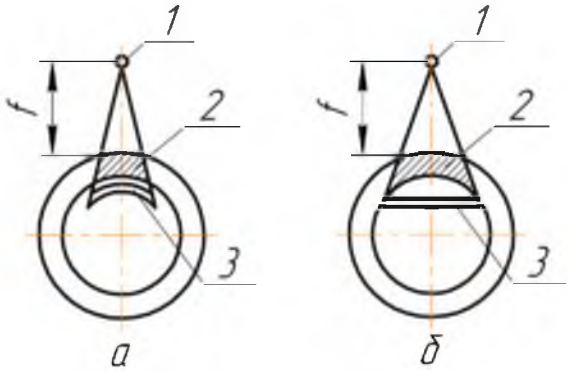
де, 1 – джерело випромінювання; 2 – контрольована ділянка; 3 – касета; h – товщина проникнення.

Рисунок 5.2, аркуш 2

5.4.2 Стикові кільцеві зварні з’єднання циліндричних та сферичних порожнистих виробів (трубопроводів, цистерн тощо) слід контролювати за схемами, наведеними на рисунку 5.3.

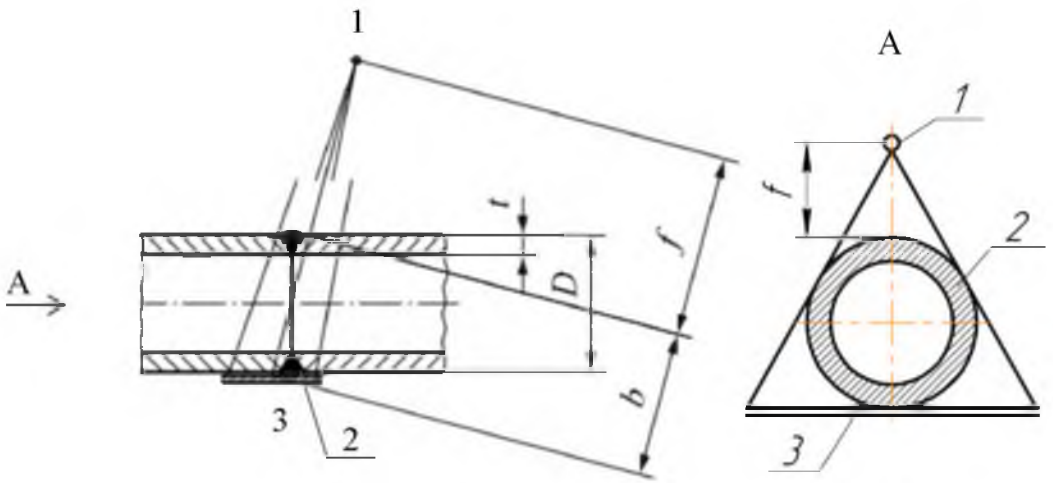
Схему контролю «техніка на еліпс» (експонування через дві стінки з отриманням подвійного зображення) відповідно до рисунку 5.3 (в) не рекомендується застосовувати для контролювання труб із зовнішнім діаметром $D > 100$ мм, товщиною стінки $t > 8$ мм або шириною зварного шва більше $D/4$. Якщо співвідношення складає $t/D < 0{,}12$, тоді достатньо двох ділянок (експозицій), зміщених на 90^0 одна відносно іншої; у протилежному випадку необхідні три ділянки (експозиції). Відстань між двома проєкціями зображень зварного шва має приблизно дорівнювати ширині одного зварного шва.

Коли важко проводити контроль за схемою «техніка на еліпс» при $D \leq 100$ мм, можна використовувати схему «перпендикулярна техніка» відповідно до рисунку 5.3 (в). У такому випадку потрібно робити три експонування, віддалені одне від одного на 120^0 або 60^0.

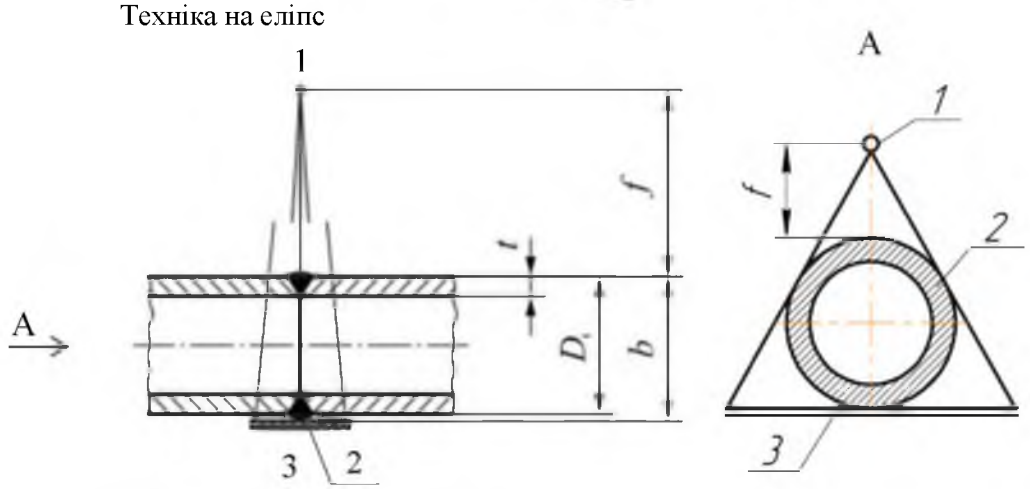


де, 1 – джерело випромінювання; 2 – контрольована ділянка; 3 – касета; *f* – відстань від джерела випромінювання до контрольованого з`єднання.

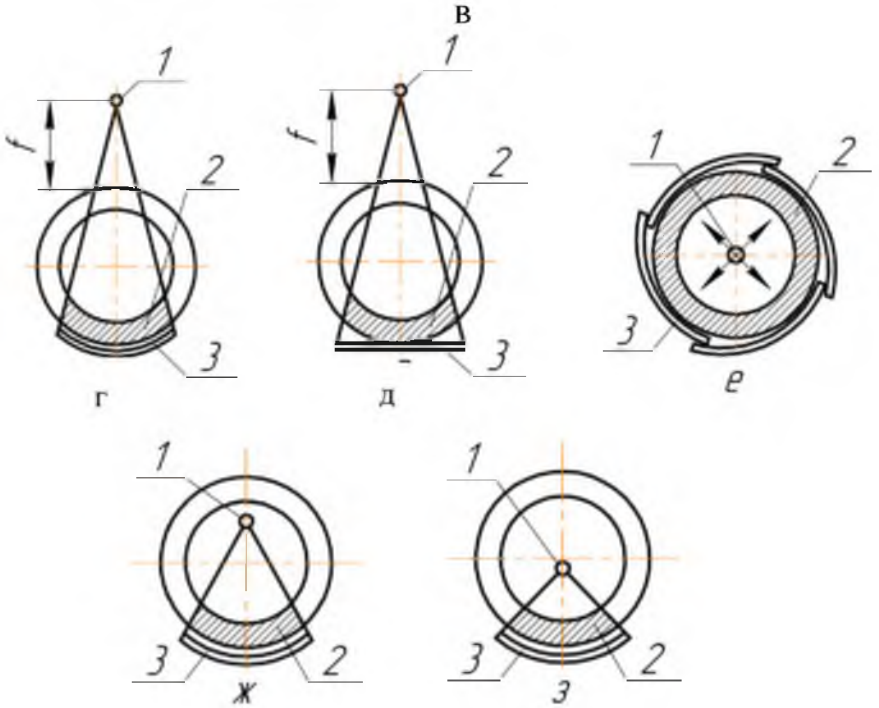
Рисунок 5.3 - Схеми контролю стикових кільцевих зварних з’єднань циліндричних та сферичних порожнистих виробі



Техніка на еліпс



Перпендикулярна техніка



де, 1 – джерело випромінювання; 2 – контрольована ділянка; 3 – касета; f – відстань від джерела випромінювання до контрольованого з`єднання; $D$ – зовнішній діаметр; $b$ – відстань від об`єкта контролю до плівки; t – товщина стінки.

Рисунок 5.3, аркуш 2

5.4.3 При контролі кільцевих зварних з’єднань циліндричних та сферичних порожнистих виробів слід використовувати схеми контролю через одну стінку виробу (схеми рис. 5.3 а, б, е, ж, з). При цьому рекомендується використовувати схеми контролю з розташуванням джерела випромінювання всередині контрольованого виробу:

– схему на рис. 5.3е – для контролю виробів діаметром до 2 м незалежно від обсягу контролю та діаметром 2 м та більше при 100 % контролі;

– схему на рис. 5.3ж – при 100 % та вибірковому контролі, якщо використання схеми на рис. 5.3е неможливо;

– схему на рис. 5.3з – при вибірковому контролі виробів діаметром 2 м та більше;

– схему на рис. 5.3а, б – для виробів з внутрішнім діаметром 10 м та більше, якщо використання схеми рис. 5.3е неможливо.

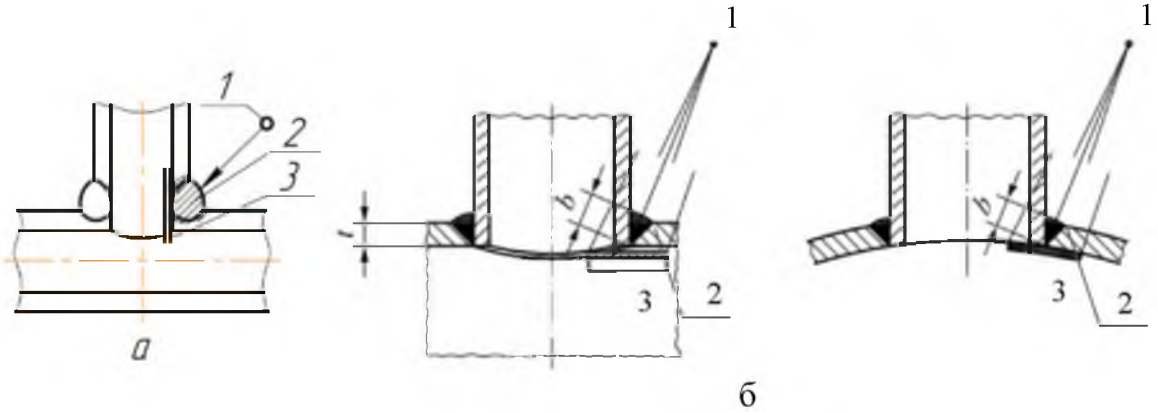
5.4.4 При контролі через дві стінки схема рисунка 5.3 (в) рекомендується для експонування виробів зовнішнім діаметром не більше 100 мм, схема рисунка 5.3 (г, д) - для експонування виробів зовнішнім діаметром більше 50 мм. Контроль зварних з’єднань за схемою рисунка 5.3 (в) виробів зовнішнім діаметром менше 50 мм рекомендується виконувати зі спрямовуванням експонування в площині контрольованого зварного з’єднання не менше ніж у двох напрямках, при цьому виявляння непроварів (тріщин) збільшується. Експонування під кутом рекомендується виконувати як додаткове для уточнення розташування дефектів.

5.4.5 При контролі стикових зварних з’єднань за схемами рисунка 5.3 (а, б, е, ж, з) кут між напрямком експонування та площиною контрольованого зварного з’єднання повинен бути мінімальним і не перевищувати 15^0.

5.4.6 При контролі стикових зварних з’єднань за схемами рисунка 5.3 (в) для експонування виробів зовнішнім діаметром більше 50 мм та не більше 100 мм та рисунка 5.3 (г, д) напрямок експонування слід вибирати таким чином, щоб проєкції протилежних ділянок зварного з’єднання на знімку не накладалися одна на одну. Якщо ця умова нездійсненна, контроль проводиться відповідно до вимог 5.4.5.

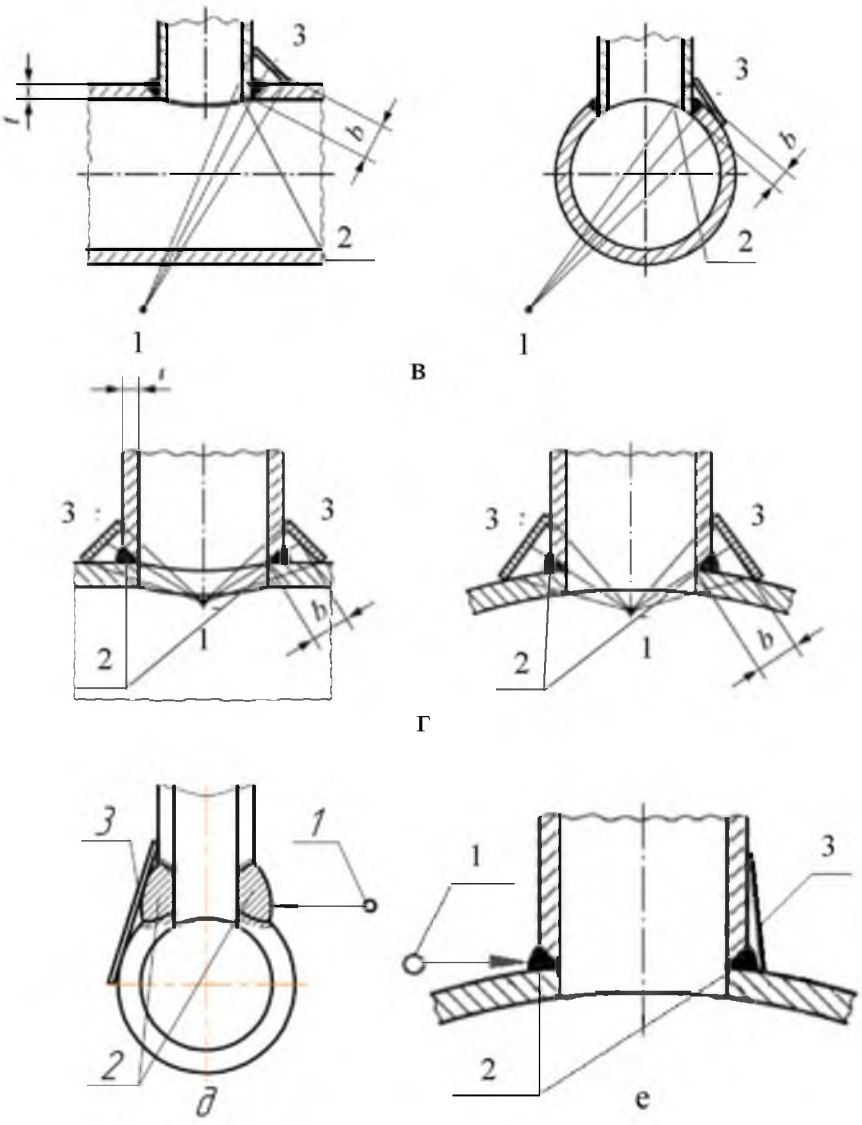
5.4.7 Зварні з’єднання вварювання штуцерів із внутрішнім діаметром 30 мм і більше та зварні з'єднання вварювання штуцерів із внутрішнім діаметром від 15 мм до 30 мм, контрольовані в стаціонарних та монтажних умовах, слід контролювати за схемами, наведеними на рисунку 5.4 (а, б, в, г).

Під час експлуатаційного контролю зазначених зварних з’єднань штуцерів контроль виконується в технічно можливому обсязі за схемами рисунка 5.4 (д, е).



де, 1 – джерело випромінювання; 2 – контрольована ділянка; 3 – касета;
b – відстань від об`єкта контролю до плівки; *t* – товщина стінки.

Рисунок 5.4 – Схеми контролю зварних з’єднань вварювання штуцерів



де, 1 – джерело випромінювання; 2 – контрольована ділянка; 3 – касета;
b – відстань від об`єкта контролю до плівки; *t* – товщина стінки.

Рисунок 5.4, аркуш 2

5.4.8 Зварні з’єднання вварювання труб із внутрішнім діаметром 15 мм і більше у трубні дошки слід контролювати за схемами, наведеними на рисунку 5.5 (а-д).

5.4.9 Наплавлення слід контролювати за схемами, наведеними на рисунку 5.5 (е, ж, з).

5.4.10 Для зменшення різниці оптичних густин окремих ділянок знімка при контролі зварних з’єднань з великими перепадами товщини проникнення, а також у випадках, коли контрольоване зварне з’єднання не забезпечує захист плівки від прямого випромінювання (при контролі торцевих зварних з’єднань, при контролі наплавлення кромок під зварювання тощо), контроль слід проводити із застосуванням приставок-компенсаторів, як зображено на рисунку 5.5.

Дозволяється використовувати компенсатори з будь-якого матеріалу, що забезпечує необхідне ослаблення випромінювання.

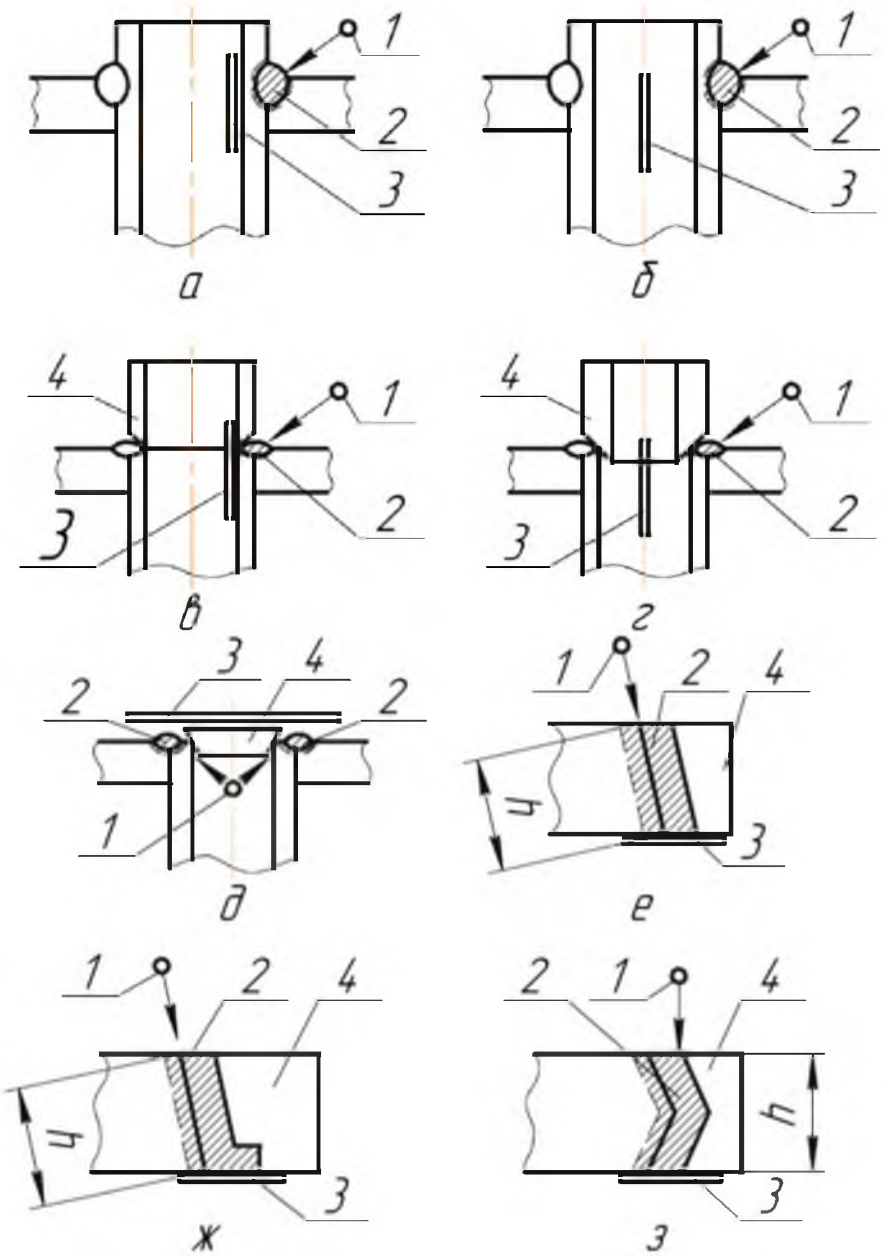
5.4.11 За схемами та напрямками експонування, наведеними на рисунках 5.2 – 5.5, можуть використовуватись інші схеми та напрямки експонування, які мають бути

передбачені у технологічних картах контролю.

5.4.12 При виборі схеми та напрямку експонування відповідно до перелічених вище вимог та рекомендацій необхідно враховувати таке:

– відстань від рентгенівської (радіографічної) плівки до оберненої до неї поверхні контрольованого зварного з’єднання має бути мінімальною та в будь-якому випадку не перевищувати 150 мм;

– кут між напрямком експонування та нормаллю до рентгенівської (радіографічної) плівки в межах контрольованої за одну експозицію ділянки зварного з’єднання не повинен перевищувати 45^0.



де, 1 – джерело випромінювання; 2 – контрольована ділянка; 3 – касета; 4 – приставка-компенсатор; h – товщина проникнення.

Рисунок 5.5 – Схеми контролю зварних з’єднань вварювання труб у трубні дошки (а-д) та схеми контролю наплавлень (е-з)

5.5 Параметри та режими контролю

5.5.1 Джерело випромінювання та клас плівкової системи слід обирати згідно з таблицею 5.2.

Таблиця 5.2 - Вибір джерела випромінювання та класу плівкової системи залежно від товщини експонованої сталі

Товщина проникнення, мм	Джерело випромінювання	Класи плівкових систем згідно з ДСТУ EN ISO 11699-1
1	2	4
До 5 мм включно	Рентгенівський апарат з напругою ≤ 100 кВ	C3
	Рентгенівський апарат з напругою > 100 кВ до 150 кВ	
	Рентгенівський апарат з напругою > 150 кВ до 250 кВ	C3 C4
	Рентгенівський апарат з напругою > 250 кВ до 500 кВ	
	Ітербій – 169 (лише для товщини проникнення < 5 мм)	C3
	Тулій – 170	C3 C4
Більше 5 мм до 20 мм включно	Рентгенівський апарат з напругою ≤ 100 кВ	C3
	Рентгенівський апарат з напругою > 100 кВ до 150 кВ	
	Рентгенівський апарат з напругою > 150 кВ до 250 кВ	C3 C4
	Рентгенівський апарат з напругою > 250 кВ до 500 кВ	
	Селен – 75	
	Іридій – 192 (лише для товщини проникнення > 10 мм)	
Більше 20 мм до 50 мм включно	Рентгенівський апарат з напругою > 150 кВ до 250 кВ	C3 C4 C5
	Рентгенівський апарат з напругою > 250 кВ до 500 кВ	
	Рентгенівський апарат з напругою > 500 кВ до 1000 кВ	
	Селен – 75 (лише для товщини проникнення ≤ 40 мм)	
	Іридій – 192	
Більше 50 мм до 100 мм включно	Рентгенівський апарат з напругою > 250 кВ до 500 кВ	C4 C5
	Рентгенівський апарат з напругою > 500 кВ до 1000 кВ	
	Рентгенівське обладнання з енергією від 1 МеВ до 4 МеВ (прискорювач електронів)	C3
	Рентгенівське обладнання з енергією від 4 МеВ до 12 МеВ (прискорювач електронів)	C4
	Іридій – 192	C3 C4 C5
	Кобальт – 60	
Більше 100 мм до 200 мм включно	Рентгенівське обладнання з енергією від 1 МеВ до 4 МеВ (прискорювач електронів)	C5
	Рентгенівське обладнання з енергією від 4 МеВ до 12 МеВ (прискорювач електронів)	C4 C5
	Рентгенівське обладнання з енергією більше 12 МеВ (прискорювач електронів)	
	Кобальт – 60	
Більше 200 мм	Рентгенівське обладнання з енергією від 4 МеВ до 12 МеВ (прискорювач електронів)	C4 C5 C6
	Рентгенівське обладнання з енергією більше 12 МеВ (прискорювач електронів)	

Кінець таблиці 5.2

Примітка 1. У кожному діапазоні товщин проникнення джерела випромінювання наведені в порядку переваги їх використання. Наприклад, в діапазоні 5 мм – 20 мм переважно використовувати як джерело випромінювання рентгенівський апарат, при неможливості використання рентгенівського апарату - Селен – 75 і т.д.
Примітка 2. Використання інших джерел випромінювання та рентгенівських (радіографічних) плівок, а також наведених у таблиці 5.2 джерел і класу плівкової системи в інших діапазонах товщин проникнення допускається, якщо комбінація застосовного джерела випромінювання, оптимальних параметрів контролю та рентгенівської (радіографічної) плівки відповідного класу плівкової системи здатна забезпечити необхідну величину чутливості якості зображення.

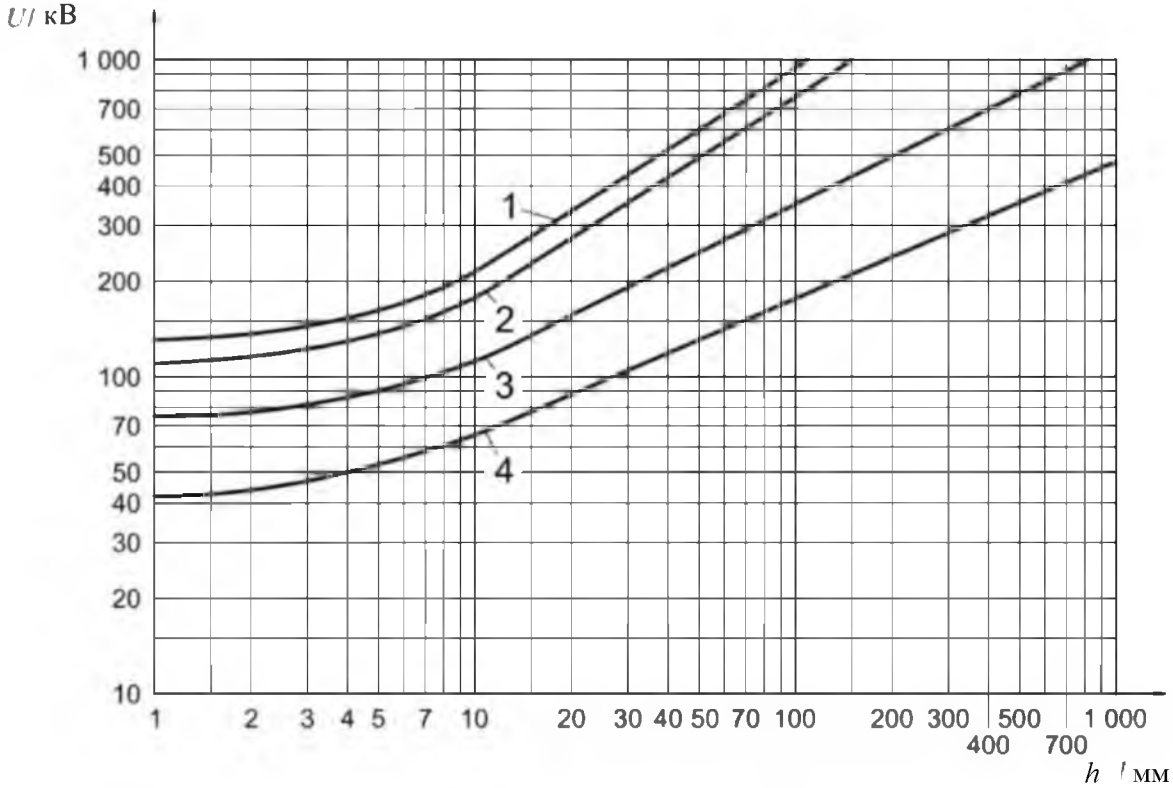
5.5.2 Рекомендації щодо вибору типу рентгенівської (радіографічної) плівки відповідно до класу плівкової системи наведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Рекомендовані типи рентгенівської (радіографічної) плівки відповідно до класу плівкової системи

Рентгенівська (радіографічна) плівка	**Класи плівкових систем згідно з ДСТУ EN ISO 11699-1**
1	**2**
D4, R4, MX125, IX50	C3
D5, R5, T200, IX80	C4
D7, R7, AA400, IX100	C5
D8, R8, CX, IX150	C6

5.5.3 Напругу на трубці рентгенівського апарату та енергію прискорених електронів при використанні прискорювачів слід вибирати відповідно до інструкцій з експлуатації рентгенівських апаратів та/або прискорювачів, а за відсутності такої інформації у інструкціях з експлуатації слід використовувати дані за рис. 5.6.

У деяких умовах практичного застосування, коли товщина об’єкта контролю змінюється вздовж ділянки, що підлягає радіографічному контролю, може бути застосований модифікований спосіб контролювання з більш високою напругою на трубці. При цьому слід зазначити, що надмірно висока напруга на трубці призведе до втрати величини чутливості якості зображення. Для сталей таке збільшення напруги повинно бути не більше ніж на 50 кВ, для титану – не більше ніж на 40 кВ, а для алюмінію – не більше ніж на 30 кВ.



U	напруга на рентгенівській трубці	1	мідь/нікель і сплави на їх основі
h	товщина проникнення	2	сталь
		3	титан і сплави на його основі
		4	алюміній і сплави на його основі

Рисунок 5.6 – Максимальна напруга на рентгенівській трубці для джерел рентгенівського випромінювання з максимально можливою напругою до 1000 кВ як функція від товщини проникнення і матеріалу

5.5.4 Товщину підсилювальних екранів слід вибирати за таблицею 5.4.

Таблиця 5.4 - Вибір товщини підсилювального екрану при радіографічному контролі

Джерело випромінювання	**Товщина підсилювального екрану, мм**
1	**2**
Рентгенівський апарат з напругою на трубці, кВ:	
до 100 включно	Немає екрана або передній і задній екрани зі свинцю товщиною не більше 0,03 мм
понад 100 до 150 включно	Передній і задній екран із свинцю товщиною не більше 0,15 мм
понад 150 до 250 включно	Передній і задній екран із свинцю товщиною від 0,02 мм до 0,15 мм
понад 250 до 500 включно	Передній і задній екран із свинцю товщиною від 0,02 мм до 0,2 мм (*С4) Передні екрани із свинцю[a] товщиною від 0,1 мм до 0,2 мм (*С5) Задні екрани із свинцю товщиною від 0,02 мм до 0,2 мм (*С5)
понад 500 до 1000 включно	Передній і задній екран із сталі або міді товщиною від 0,25 мм до 0,7 мм

Кінець таблиці 5.4

1	2
Радіонуклідні джерела: Ітербій-169 Тулій-170 Селен-75 Іридій-192 Кобальт-60	 Немає екрана або передній і задній екрани зі свинцю товщиною не більше 0,03 мм Передній і задній екран із свинцю товщиною від 0,02 мм до 0,15 мм Передній і задній екран із свинцю товщиною від 0,02 мм до 0,2 мм Передні екрани із свинцю[a] товщиною від 0,1 мм до 0,2 мм. Задні екрани із свинцю товщиною від 0,02 мм до 0,2 мм Передні і задні екрани зі сталі або міді товщиною від 0,25 мм до 0,7 мм
Рентгенівське обладнання з енергією від 1 МеВ до 4 МеВ (прискорювач електронів)	Передні і задні екрани зі сталі або міді товщиною від 0,25 мм до 0,7 мм
Рентгенівське обладнання з енергією від 4 МеВ до 12 МеВ включно (прискорювач електронів)	Передній екран із міді, сталі або танталу товщиною до 1 мм. Задній екран із міді, сталі або танталу товщиною до 0,5 мм
Рентгенівське обладнання з енергією понад 12 МеВ (прискорювач електронів)	Передній екран із танталу[b] товщиною до 1 мм Немає заднього екрана Передній екран із танталу[b] товщиною до 1 мм Задній екран із танталу товщиною до 0,5 мм

Примітка 1. При використанні мідних, латунних і сталевих підсилювальних екранів наведена в таблиці 5.4 товщина може бути збільшена до 2 разів.

Примітка 2. Дозволяється використовувати підсилювальні екрани з іншою товщиною, якщо ці екрани постачаються в одному пакованні з плівкою.

Примітка 3. При застосуванні екранів з різною товщиною більш товстий екран повинен використовуватися з протилежного боку джерела. В цьому випадку його товщина може перевищувати наведену в таблиці 5.4.

[a] У разі, якщо між об'єктом контролю і плівкою розміщується додатковий свинцевий екран товщиною 0,1 мм, допускається використання плівок в пакованні з переднім екраном товщиною до 0,03 мм.

[b] За домовленістю також допускається використання вольфрамових екранів.

*С4, С5 - класи плівкових систем.

У разі використання джерел випромінювання Se 75, Ir 192 і Co 60 або у випадку розсіювання країв в якості фільтра розсіяного випромінювання з малими енергіями можна використовувати свинцевий лист між об'єктом контролю та касетою. Товщина такого листа повинна бути від 0,5 мм до 2 мм залежно від товщини проникнення.

5.5.5 Товщину металевих екранів рекомендується вибирати згідно з таблицею 5.5.

Таблиця 5.5 - Вибір товщини металевого екрану під час радіографічного контролю

Джерело випромінювання	**Товщина металевого екрану, мм, не менше**
Рентгенівський апарат з напругою на трубці до 200 кВ, іттербій-169, тулій-170, селен-75	0,5
Рентгенівський апарат з напругою на трубці більше 200 кВ, іридій-192, кобальт-60	1,0
Прискорювач електронів	1,5

5.5.6 Відстань від джерела випромінювання до оберненої до джерела поверхні контрольованого зварного з'єднання (при експонуванні кільцевих зварних з'єднань через дві стінки - до ближчої до джерела поверхні кільцевого з'єднання) і розміри чи кількість контрольованих ділянок за одну експозицію для всіх схем контролю (за винятком схеми, показаної на рисунку 5.3 (е)) слід вибирати такими, щоб під час експонування виконувались такі вимоги:

– геометрична нерізкість зображень дефектів на знімках при розташуванні плівки впритул до контрольованого зварного з'єднання не повинна перевищувати половини необхідної величини чутливості якості зображення при величині чутливості якості зображення до 2 мм, та 1 мм - при величині чутливості якості зображення більше 2 мм;

– відносне збільшення розмірів зображень дефектів, розташованих з боку джерела випромінювання (стосовно дефектів, розташованих з боку плівки), не повинно перевищувати 1,25;

– кут між напрямком експонування та нормаллю до плівки в межах контрольованої за одну експозицію ділянки не повинен перевищувати 45^0;

– зменшення оптичної густини зображення зварного з'єднання на знімку на будь-якій ділянці цього зображення стосовно оптичної густини зображення індикатора якості зображення (або ділянки зварного з'єднання, на якій встановлено дротяний індикатор якості зображення) не повинно перевищувати 1,0.

5.5.7 Рекомендації щодо вибору відстані від джерела випромінювання до контрольованого зварного з'єднання та довжини або числа контрольованих ділянок за одну експозицію наведені в додатку Г.

5.5.8 Експозиція повинна забезпечувати отримання оптичної густини зображення шва, індикатора якості зображення та контрольованої навколошовної зони на знімку ≥ 1,5. Максимальна вимірювана оптична густина зображення шва, індикатора якості зображення та контрольованої навколошовної зони на знімку залежить від мінімальної яскравості екрана негатоскопа відповідно до вимог ДСТУ EN 25580 (див. таблицю 5.6).

Таблиця 5.6 - Мінімальна яскравість екрана в залежності від оптичної густини плівки

Оптична густини плівки	Мінімальна яскравість екрана, кд/м^2
1,0	300
1,5	1 000
2,0	3 000
2,5	10 000
3,0	10 000
3,5	30 000
4,0	100 000
4,5	300 000

При контролі ізотопами (таблиця 5.2) зварних з'єднань труб через дві стінки з товщиною стінки до 5 мм допускається погіршення величини чутливості якості зображення не більше ніж у 1,3 рази при розташуванні ІЯЗ з боку джерела.

5.5.9 При радіографічному контролі з використанням джерел іридій-192 та кобальт-60 рекомендується визначати тривалість експонування за допомогою номограм виробника рентгенівської (радіографічної) плівки або за методикою

додатку Д, при застосуванні інших джерел – дослідним шляхом.

5.5.10 При контролі зварних з'єднань за схемою рисунку 5.3 (е) (панорамне експонування), відношення внутрішнього діаметра d до зовнішнього діаметра D контрольованого шва має бути не менше 0,8, а максимальний розмір Ф фокусної плями джерела випромінювання повинен бути не більше Kd/2(D-d), де К - величина чутливості якості зображення, мм. У цьому випадку допускається встановлювати індикатор якості зображення зі сторони плівки з урахуванням вимог 5.3.12, 5.3.13.

5.5.11 У випадках, коли розміри дефектів не визначаються (наприклад, дефекти не допускаються незалежно від розмірів), наведене в 5.5.10 співвідношення між внутрішнім і зовнішнім діаметром може не дотримуватися. За відсутності джерела випромінювання, що задовольняє вимогам 5.5.10, допускається при панорамному експонуванні використовувати джерело випромінювання з максимальним розміром фокусної плями, що задовольняє співвідношенню $Ф \leq Kd/(D-d)$, у цьому випадку індикатор якості зображення повинен встановлюватися на контрольованій ділянці зварного з'єднання або імітаторі зварного з'єднання, що використовується при визначенні величини чутливості якості зображення, тільки з боку джерела випромінювання з урахуванням вимог 5.3.12, 5.3.13.

5.5.12 Довжина знімків повинна забезпечувати перекриття зображень суміжних ділянок зварних з'єднань не менше 0,2 довжини ділянки при довжині до 100 мм і не менше 20 мм при довжині понад 100 мм.

5.5.13 Ширина знімків повинна забезпечувати отримання зображень зварного шва, індикаторів якості зображення, зразків-імітаторів (при необхідності), маркувальних знаків та навколошовної зони шириною:

– для кутових і таврових зварних з'єднань, а також для стикових зварних з'єднань з номінальною товщиною деталей, що зварюються, до 5 мм (не менше 5 мм);

– для стикових зварних з'єднань з номінальною товщиною зварюваних деталей від 5 мм до 20 мм - не менше номінальної товщини зварюваних деталей;

– для стикових зварних з'єднань з номінальною товщиною зварюваних деталей більше 20 мм (не менше 20 мм);

– для стикових зварних з'єднань, виконаних електрошлаковим зварюванням, не менше 50 мм (незалежно від номінальної товщини зварюваних деталей).

5.5.14 Товщину обмежувальних міток і розміри маркувальних знаків рекомендується вибирати за таблицями 5.7 і 5.8 відповідно. Допускається товщину обмежувальних міток і розмір маркувальних знаків обирати дослідним шляхом з урахуванням забезпечення їх чіткої ідентифікації на радіографічних знімках.

5.5.15 Заряджання касет має здійснюватися за однією зі схем, наведених у таблиці 5.9.

Таблиця 5.7 - Вибір товщини обмежувальних міток при РГК

Товщина проникнення, мм	Товщина міток, мм
До 20 включно	1,0
Понад 20 до 50 включно	1,5
Понад 50 до 80 включно	2,5
Понад 80	5,0

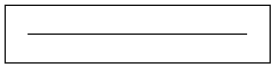
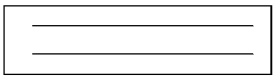
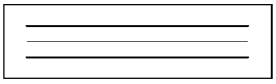
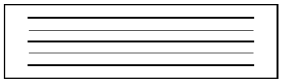
5.5.16 Для зменшення впливу на (рентгенівську) радіографічну плівку розсіяного випромінювання рекомендується вживати заходів для зменшення розмірів опромінюваного поля за рахунок використання коліматорів і тубусів, встановлених на

джерела випромінювання, що обмежують кутові розміри пучка випромінювання, а також свинцевих діафрагм, які встановлюються на контрольованому зварному з'єднані та обмежують розміри опромінюваного поля розмірами контрольованої за одну експозицію ділянки зварного з'єднання.

Таблиця 5.8 - Вибір розмірів маркувальних знаків при РГК

Товщина проникнення, мм	Розміри знаків, мм			Номер набору	
	висота	ширина	товщина	літер	цифр
До 20 включно	5	3	1,0	1	5
Понад 20 до 50 включно	8	5	1,5	2	6
Понад 50 до 80 включно	12	8	2,5	3	7
Понад 80	18	12	5,0	4	8

Таблиця 5.9 - Способи заряджання касет

Спосіб заряджання	Число плівок у касеті	
	одна	дві
Без екранів		
З підсилювальними металевими екранами		
Умовні позначення: ——— - рентгенівська (радіографічна) плівка; ▬▬▬ - підсилювальний металевий екран		
Примітка 1. При заряджанні касети двома плівками залежно від поставленого завдання можуть використовуватися плівки одного або різних типів. **Примітка 2.** При заряджанні касети двома плівками з підсилювальними екранами товщина середнього екрана вибирається залежно від поставленого завдання.		

5.6 Перевірка та фотообробка рентгенівської (радіографічної) плівки

5.6.1 Перед застосуванням кожної нової партії рентгенівської (радіографічної) плівки слід визначати її придатність для проведення радіографічного контролю. Для цього експонована та неекспонована плівки з цієї партії піддаються фотообробці.

5.6.2 Для експонування плівки допускається використання будь-якого із передбачених 5.2.1 джерел випромінювання. Тривалість експонування вибирається таким, щоб оптична густина експонованої плівки відповідала 5.5.8.

5.6.3 Партія вважається придатною для радіографічного контролю, якщо експонована та неекспонована плівки з цієї партії після фотообробки мають рівномірну оптичну густину без будь-яких видимих при візуальному огляді смуг, плям і перепадів (нерівномірностей) оптичної густини, та оптична густина неекспонованої плівки не перевищує граничного значення, передбаченого виробником плівки.

5.6.4 Якщо експонована та (або) неекспонована плівка не відповідає вимогам 5.6.3, аналогічній перевірці піддаються плівки з кожної коробки партії. Коробки, плівки з яких не відповідають вимогам 5.6.3, бракуються.

5.6.5 Підготовку (заряджання та розряджання касет) і фотообробку

рентгенівської (радіографічної) плівки слід проводити при неактинічному освітленні. У джерелі неактинічного освітлення – фотоліхтарі – слід використовувати електролампу з потужністю не більше 25 Вт, відстань від фотоліхтаря до робочого місця, де проводять обробку плівки, має бути не менше 0,5 м.

5.6.6 Неактинічність освітлення перевіряється шляхом засвічування аркуша плівки на відстані 0,5 м від фотоліхтаря протягом 5 хв. Половина цього листа захищається від засвічування чорним папером. Освітлення вважається неактинічним, якщо після фотообробки не буде помітна межа між засвіченою та незасвіченою частинами плівки.

5.6.7 Фотообробку радіографічних знімків слід проводити у спеціалізованих автоматах для фотообробки або вручну (баках-танках або ванночках) відповідно до рекомендацій виробника плівки.

Рекомендації щодо проведення ручної фотообробки плівки наведено в додатку Е.

5.6.8 Танкова фотообробка має охоплювати проявлення, проміжне промивання, фіксування, попереднє промивання, остаточне промивання.

5.6.9 Знімки при танковій фотообробці мають розташовуватися вертикально з відстанню між ними не менше 20 мм. Верхні краї знімків повинні бути нижче за рівень розчинів не менше ніж на 30 мм. Слід забезпечити підтримання температури розчинів у межах, рекомендованих виробником плівки, та перемішування проявника в процесі фотообробки.

Примітка. Допускається замість перемішування проявника проводити зворотно-поступальне переміщення знімків із частотою від 5 разів до 10 разів за 1 хв на величину від 10 мм до 20 мм.

5.6.10 Під час поміщення плівки в проявник рекомендується струшуванням видаляти бульбашки повітря, які можуть утворюватися на її поверхні.

5.6.11 При танковій фотообробці промивання знімків після проявлення (проміжне промивання) слід проводити протягом від 30 с до 1-ї хв у 2-х % – 3-х % водному розчині оцтової кислоти або в проточній воді, перше промивання після фіксування – протягом від 1-ї хв до 2-х хв у непроточній воді, яка разом із відпрацьованим фіксажем підлягає здаванню для вилучення срібла, остаточне промивання – протягом від 20 хв до 30 хв у проточній воді.

5.6.12 Температура проточної води повинна відповідати рекомендаціям виробника плівки, витрата води при остаточному промиванні - не менше 1 л за 1 хв.

5.6.13 Сушити радіографічні знімки слід на повітрі при температурі від + 18 ^{0}С до + 25 ^{0}С або в сушильній шафі з вентиляцією та підігрівом повітря до температури не більше + 35 ^{0}С.

5.6.14 Перелік можливих дефектів знімків, спричинених порушеннями процесів фотообробки, наведено в додатку Ж.

5.6.15 Результати перевірки плівки та приготування фоторозчинів реєструються в журналах, форми яких наведено в додатках И та К.

5.6.16 Реактиви для фотообробки повинні мати маркування виробника або етикетку, неушкоджене пакування та діючий термін придатності.

5.7 Розшифрування знімків

5.7.1 Розшифровувати знімки слід у спеціально призначеному затемненому приміщенні.

5.7.2 Для розшифрування слід використовувати негатоскопи з плавно

регульованою яскравістю та регульованими розмірами освітленого поля, розміри освітленого поля мають регулюватися за допомогою рухомих шторок або екранів-масок у таких межах, щоб освітлене поле повністю перекривалося знімком. Діапазон яскравості негатоскопа повинен бути таким, щоб можна було проводити розшифрування радіографічних знімків з оптичною густиною згідно з 5.7.5.

5.7.3 Для вимірювання оптичної густини знімків слід використовувати денситометри або мікрофотометри, що забезпечують можливість вимірювання проникнення світла в оптичній густині від 0 до 4,0 з кратністю (ціною поділки) не більше 0,1 та точністю в межах ± 0,05.

5.7.4 При оптичній густині знімків не більше 3,5 допускається проводити оцінку відповідності їхньої оптичної густини вимогам цього стандарту візуальним порівнянням з набором мір оптичної густини. При цьому допускається використовувати набори із значеннями оптичної густини 1,0; 1,5; 3,5 (з допуском ± 5% для кожного з перерахованих значень оптичної густини). Розміри ступенів із перерахованими значеннями оптичної густини не повинні бути меншими за 20 мм × 20 мм.

5.7.5 Знімки, допущені до розшифрування, повинні відповідати таким вимогам:

– на зображенні шва та контрольованої навколошовної зони не повинно бути плям, смуг, забруднень і пошкоджень емульсійного шару;

– на знімках повинні бути видно чіткі зображення обмежувальних міток, маркувальних знаків, зразків-імітаторів та індикаторів якості зображення (за винятком передбачених цим стандартом випадків, коли контроль проводиться без встановлення обмежувальних міток або маркувальних знаків, або зразків-імітаторів, або індикаторів якості зображення, або тих та інших);

– оптична густина зображень контрольованих ділянок шва та навколошовної зони, а також індикаторів якості зображення має відповідати 5.5.8;

– зменшення оптичної густини зображення шва та контрольованої навколошовної зони на будь-якій ділянці цього зображення по відношенню до оптичної густини зображення індикатора якості зображення (або ділянки, на якій встановлено дротяний індикатор якості зображення) не повинно перевищувати 1,0;

– величина чутливості якості зображення, визначена за зображенням ІЯЗ (чітко видимих на знімку - мінімальної глибини канавки канавкового ІЯЗ, мінімального діаметру дроту дротяного ІЯЗ або найменшого отвору ІЯЗ типу ступінь-отвір), повинна задовольняти вимогам НД щодо оцінки якості.

5.7.6 Дозволяється розшифровування знімків, що не мають зображення індикатора якості зображення, у випадках, передбачених 5.3.15.

5.7.7 Якість зварних швів змінного перерізу за дублюючими знімками, виконаними на плівках з різною величиною чутливості якості зображення, оцінюється за окремими ділянками зображень таких швів на цих знімках за умови, що оптична густина цих ділянок відповідає вимогам 5.7.5.

5.7.8 Для вимірювання розмірів тріщин, непроварів, пор і включень (за їх розміри приймаються розміри їх зображень на знімках) при розшифруванні знімків слід використовувати:

– вимірювальні лінійки з ціною поділки 1,0 мм;

– вимірювальні лупи з десятикратним збільшенням та ціною поділки 0,1 мм;

– прозорі вимірювальні трафарети та шаблони.

5.7.9 Виміряні при розшифруванні знімків розміри слід округляти до найближчих значень 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 та 4,0 мм або найближчих цілих значень у міліметрах для виміряних розмірів понад 4,0 мм.

5.7.10 При контролі зварних з'єднань різнорідних матеріалів, зварних з'єднань, виконаних на підкладному кільці (планці, «усі» тощо), а також зварних з'єднань, виконаних аустенітними зварювальними матеріалами, на знімках можуть виявлятися темні смуги, які за своїм характером не можуть бути визначені однозначно як зображення непровару. При розшифруванні таких знімків слід керуватися методичними вказівками, наведеними в додатку Л.

5.7.11 Якщо при контролі плівка перебуває на відстані Н від оберненої до плівки поверхні контрольованого зварного з'єднання й виконується співвідношення $(f+h)/H>10$, визначені на знімку розміри несуцільностей перед округленням необхідно помножити на коефіцієнт $(f+h)/(f+h+H)$, де f – відстань від джерела випромінювання до оберненої до джерела поверхні контрольованої ділянки зварного з'єднання, мм, h – товщина проникнення, мм.

5.7.12 Приклади скороченого запису несуцільностей під час розшифровування знімків наведено у М.10 додатку М.

5.7.13 При експлуатаційному контролі в разі виявлення ознак, які безпосередньо можуть характеризуватись як ерозійно-корозійне пошкодження (стоншення), в графі приміток висновку (протоколу) зазначається факт наявності та доступні видимі характеристики виявленого стоншення. Рішення про подальшу експлуатацію обладнання приймає підрозділ-власник цього обладнання.

5.8 Оформлення результатів контролю

5.8.1 Результати контролю мають вноситися до «Журналу обліку результатів радіографічного контролю зварних з'єднань і наплавлень» (далі - журнал).

Фіксації підлягають як мінімум такі дані:

– найменування (шифр) об'єкта контролю (деталей, складальних одиниць та виробу);
– номер наплавлення чи зварного з'єднання;
– номер кресленика (схеми);
– номер технологічної карти контролю;
– тавро персоналу з неруйнівного контролю;
– НД з контролю та оцінки якості;
– категорія зварного з'єднання;
– типорозмір зварних деталей;
– номер знімка (шифр) зварного з'єднання;
– розміри знімків;
– тип плівки/клас плівкової системи;
– джерело випромінювання;
– фактична величина чутливості якості зображення;
– виявлені несуцільності та їх розміри;
– відповідність зварного з'єднання або наплавлення вимогам НД;
– дата розшифрування знімків, номер реєстрації та підпис персоналу з неруйнівного контролю (розшифрувальника).

Журнал має відповідати вимогам СОУ НАЕК 078.

5.8.2 На підставі записів у журналі результатів контролю складається висновок (протокол). Форма висновку та обсяг обов'язкових відомостей за результатами контролю наведені в СОУ НАЕК 078.

До журналу та у висновок (протокол) можуть також вноситись інші додаткові відомості.

5.8.3 Під час заповнення журналу та складання висновку (протоколу) підлягають фіксації несуцільності та їх розміри й кількість, передбачені НД з оцінки якості, при цьому повинні використовуватися умовні позначення за додатком М. При відсутності зображень несуцільностей на знімку допускається замість слів «дефектів не виявлено» використовувати скорочене позначення «ДНВ».

5.9 Зберігання рентгенівської (радіографічної) плівки. Зберігання та знищення радіографічних знімків і фіксуючого розчину

5.9.1 Зберігання рентгенівської (радіографічної) плівки має здійснюватися відповідно до вимог виробників плівки. У разі відсутності таких вимог слід керуватись вимогами цього розділу.

Неекспонована плівка має зберігатися на стелажах у вертикальному положенні (на ребро), перебувати на відстані не менше 1 м від опалювальних приладів, не менше 0,2 м від підлоги та бути захищена від впливу прямих сонячних променів.

5.9.2 Оброблені знімки слід розміщувати в сухому, вентильованому приміщенні при температурі від + 14 ^{0}С до + 22 ^{0}С та відносній вологості повітря від 50 % до 70%.

Висота пачок знімків при їх зберіганні в горизонтальному положенні не має перевищувати 200 мм. Знімки мають зберігатися в спеціальних шафах або на стелажах відповідно до записів у спеціальному журналі.

5.9.3 У приміщенні для зберігання плівки не допускається наявність радіоактивних джерел, а також шкідливих для плівки газів: сірководню, аміаку, ацетилену, оксиду вуглецю, парів ртуті тощо.

5.9.4 Не допускається зберігання радіографічних знімків та плівки (крім плівки у вакуумному пакованні) спільно з хімікатами, що використовуються для фотообробки.

5.9.5 Знищення радіографічних знімків після закінчення терміну зберігання (термін зберігання радіографічних знімків – 5 років), а також бракованих плівок та зібраного фіксуючого розчину проводиться в порядку, встановленому у філіях ВП АЕС.

5.10 Метрологічне забезпечення

5.10.1 Усі засоби вимірювальної техніки, які використовуються при радіографічному контролі, повинні пройти метрологічне підтвердження (проведена відомча повірка, повірка або калібрування або інші роботи, що підтверджують метрологічні характеристики ЗВТ), мати відбитки діючих метрологічних тавр та/або свідоцтва (про відомчу повірку, повірку або калібрування), або документ, що підтверджує метрологічні характеристики, які зазначені в експлуатаційній документації.

5.10.2 Канавкові ІЯЗ, зразки-імітатори увігнутості та випуклості кореня шва, які застосовуються для радіографічного контролю, підлягають метрологічному підтвердженню після виготовлення й впродовж усього строку експлуатації, з періодичністю один раз на п'ять років. Метрологічне підтвердження (відомчу повірку)

виконують метрологічні підрозділи ВП, які пройшли процедуру оцінювання та визнання вимірювальних, повірочних, еталонних можливостей (відповідно до ПЛ-Д.0.03.037) або метрологічні центри, лабораторії (калібрування, підтвердження метрологічних характеристик), акредитовані відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025.

5.10.3 Дротові індикатори якості зображення метрологічному підтвердженню в процесі їх використання не підлягають. Ці ІЯЗ повинні вилучатися з обігу при будь-якому пошкодженні пластикового захисного чохла або в разі виявлення при візуальному огляді слідів корозії на дротах ІЯЗ.

5.10.4 Денситометри та/або мікрофотометри, які використовуються для вимірювання оптичної густини знімків, повинні мати паспорт, в якому мають бути вказані діапазон та похибка вимірювання оптичної густини.

Денситометри та/або мікрофотометри мають проходити метрологічне підтвердження не рідше одного разу на два роки.

5.10.5 Метрологічне підтвердження денситометрів згідно положень ДСТУ EN ISO 11699-2.

Для вимірювання оптичної густини потрібно використовувати денситометр із мінімальним діапазоном густини від $D = 0$ до $D = 4{,}5$, якщо еталонні зразки плівки мають експоновані області зі значенням густини $D > 4{,}0$, в іншому випадку діапазон густини денситометра повинен бути принаймні від $D = 0$ до $D = 4{,}0$.

Метрологічне підтвердження денситометра необхідно проводити з використанням еталонного зразка (еталонної плівки) із значеннями оптичної густини. Денситометр вважається таким, що пройшов метрологічне підтвердження, якщо виміряні значення густини еталонного зразка (еталонної плівки) збігаються із зазначеними величинами для густини з точністю в межах ± 0,05.

5.10.6 Негатоскопи, які використовуються при розшифруванні знімків, повинні мати паспорт (інструкцію), де має бути вказано максимальну яскравість освітленого поля приладу. Технічні характеристики та маркування негатоскопів мають відповідати вимогам ДСТУ EN 25580.

Негатоскопи не підлягають метрологічному підтвердженню.

5.10.7 Набори мір оптичної густини, які використовуються для оцінки оптичної густини знімків, повинні мати ідентифікаційні номери та свідоцтва про метрологічне підтвердження, в яких має бути вказана оптична густина зразків. Набори підлягають метрологічному підтвердженню не рідше одного разу на два роки.

5.11 Радіографічний контроль в умовах радіаційного фону

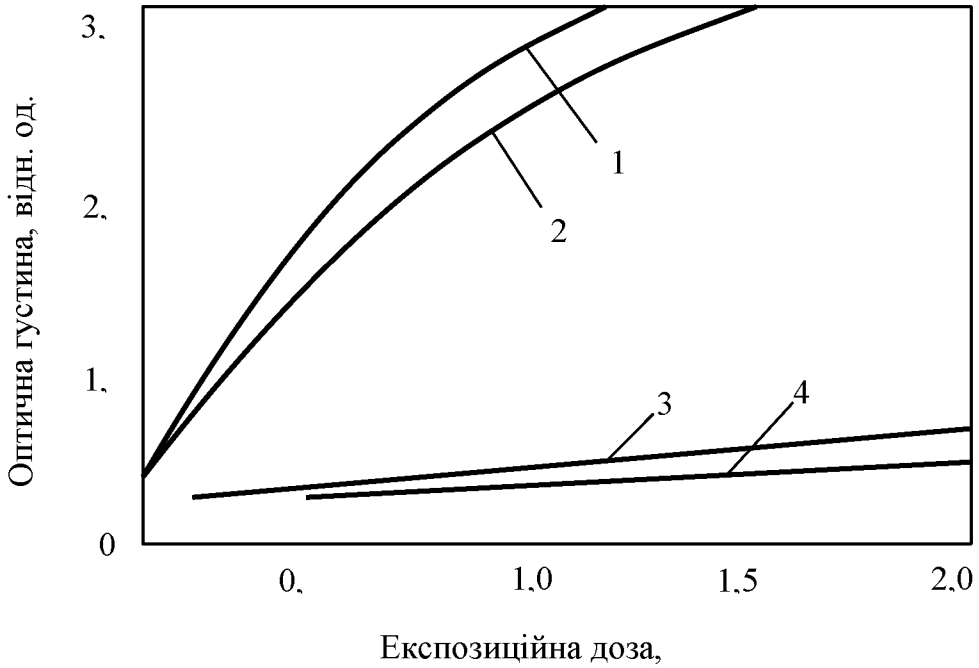
5.11.1 Наявність радіаційного фону при радіографічному контролі зварних з’єднань створює додаткову фотографічну вуаль на радіографічному знімку, яка знижує контрастність зображення дефектів і погіршує їх виявлення.

5.11.2 При радіографічному контролі в умовах радіаційного фону слід використовувати захисні касети, відкриті з одного боку потоку випромінювання від робочого джерела, що дозволяють частково нейтралізувати вплив радіаційного фону на рентгенівську (радіографічну) плівку.

5.11.3 Джерело випромінювання для контролю зварних з’єднань в умовах радіаційного фону слід вибирати згідно з таблицею 5.5 з урахуванням потужності експозиційної дози радіаційного фону.

5.11.4 Відношення потужності експозиційної дози радіаційного фону та робочого джерела випромінювання за поглиначем не повинно перевищувати одиниці.

5.11.5 Оптичну густину вуалі радіографічного знімка за відомим значенням експозиційної дози випромінювання слід визначати за рисунком 5.7.



1 - клас плівкової системи С5, С6 з екраном;
2 - клас плівкової системи С5, С6;
3 - клас плівкової системи С4, С5 з екраном;
4 - клас плівкової системи С4, С5.

Рисунок 5.7 - Залежність оптичної густини від класів плівкових систем рентгенівських (радіографічних) плівок та експозиційної дози

5.11.6 Оптична густина радіографічного знімка, отриманого в умовах радіаційного фону, не повинна бути меншою за 2,0.

5.11.7 Радіографічні знімки, отримані в умовах радіаційного фону, повинні розглядатися на негатоскопі підвищеної яскравості з регулюванням яскравості матового екрана в межах від 10^4 кд/м² до 10^6 кд/м².

5.11.8 Погіршення величини чутливості якості зображення радіографічного знімка, отриманого в умовах радіаційного фону, не повинно бути більшим за значення, наведеного в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 - Значення величини чутливості якості зображення радіографічного знімка, отриманого в умовах радіаційного фону

Вуаль знімка, од. оптичної густини	**Експозиційна доза випромінювання радіаційного фону, Кл/кг (Р)**		**Коефіцієнт зменшення величини чутливості якості зображення радіографічного знімка**
	для класу плівкової системи С6, С5	для класу плівкової системи С5, С4	
До 0,5 включно	$5{,}16 \times 10^{-5}$ (до 0,20)	$4{,}13 \times 10^{-4}$ (до 1,60)	1,00
Понад 0,5 до 1,0 включно	$5{,}16 \times 10^{-5}$ - $1{,}16 \times 10^{-4}$ (0,20 - 0,45)	$4{,}13 \times 10^{-4}$ - $9{,}68 \times 10^{-4}$ (1,60 - 3,75)	1,25
Понад 1,0 до 1,5 включно	$1{,}16 \times 10^{-4}$ - $21{,}55 \times 10^{-4}$ (0,45 - 0,60)	$9{,}68 \times 10^{-4}$ - $1{,}60 \times 10^{-3}$ (3,75 - 6,20)	1,50
Понад 1,5 до 2,0 включно	$1{,}55 \times 10^{-4}$ - $2{,}06 \times 10^{-4}$ (0,60 - 0,80)	$1{,}60 \times 10^{-3}$ - $2{,}18 \times 10^{-3}$ (6,20 - 8,50)	2,00

6 КВАЛІФІКАЦІЯ ПЕРСОНАЛУ

6.1 До робіт з радіографічного контролю допускається персонал з неруйнівного контролю (фахівці, дефектоскопісти, лаборанти тощо), який допущений до самостійної роботи згідно з ПЛ-К.0.07.005, пройшов теоретичну й практичну підготовку з радіографічного контролю та атестований відповідно до вимог СОУ НАЕК 131.

6.2 Персонал з неруйнівного контролю має право проводити контроль зварних з'єднань і наплавлень обладнання та трубопроводів АЕС за умови наявності у нього посвідчень встановленої форми на право проведення радіографічного контролю. При цьому постійна діюча атестаційна комісія філії АТ «НАЕК «Енергоатом» повинна провести додаткову перевірку практичних навичок для персоналу з неруйнівного контролю, який залучається від сторонніх організацій (організацій, що не є структурними підрозділами АТ «НАЕК «Енергоатом») для проведення контролю при експлуатації з оформленням результатів.

6.3 До виконання робіт з радіографічного контролю з оцінкою якості зварних з'єднань і наплавлень обладнання та трубопроводів АЕС допускається персонал з неруйнівного контролю, який має кваліфікацію не нижче Рівня II згідно з вимогами СОУ НАЕК 131.

7 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

7.1 Основними видами небезпеки для персоналу при радіографічному контролі є вплив на організм проникаючого випромінювання та шкідливих газів, що утворюються в повітрі під впливом випромінювання, та ураження електричним струмом.

7.2 Радіографічний контроль та перезаряджання радіоактивних джерел повинні проводитися тільки з використанням спеціально призначеної для цих цілей апаратури, яка перебуває у справному стані.

7.3 Електроустаткування діючих стаціонарних та переносних установок для радіографічного контролю має відповідати вимогам «Правила улаштування електроустановок (у редакції 2017 року)».

7.4 При експлуатації підключених до промислової електромережі стаціонарних та переносних установок для радіографічного контролю має бути забезпечена безпека робіт згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.21-98 та «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів».

7.5 Під час проведення радіографічного контролю, отримання, зберігання рентгенівських апаратів та гамма-дефектоскопів, а також під час перезаряджання радіоактивних джерел гамма-випромінювання має бути забезпечена безпека робіт згідно з вимогами ДСП 6.177-2005-09-02, НРБУ-97.

7.6 При транспортуванні радіоактивних джерел гамма-випромінювання повинні дотримуватися вимоги НП 306.6.229-2020.

7.7 Філія АТ «НАЕК «Енергоатом» і сторонні організації, що виконують радіографічний контроль, розробляють відповідно до вимог цього розділу інструкції з охорони праці під час проведення радіографічного контролю, отримання, зберігання та перезарядження радіоактивних джерел, ліквідації можливих аварійних ситуацій, які враховують місцеві умови виробництва, та доводять їх у встановленому порядку до персоналу.

7.8 Персонал АТ «НАЕК «Енергоатом», що виконує радіографічний контроль, зобов'язаний виконувати вимоги діючих правил і норм з безпеки та технічної експлуатації (НП з ЯРБ, ПОП, ПРБ, ППБ, ПТЕ).

ДОДАТОК А
(довідковий)

ЗРАЗОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ РАДІОГРАФІЧНОГО КОНТРОЛЮ

Номер та шифр виробу_____

Номер зварного з'єднання _____

Категорія зварного з'єднання та НД, за яким оцінюється якість зварного з'єднання _____

Схема контролю, початок та напрямок розмітки та нумерації ділянок, місце встановлення індикатора якості зображення	Основні параметри контролю
	1. Товщина проникнення та товщина, за якою має оцінюватися якість зварного з'єднання 2. Джерело випромінювання 3. Тип та розміри рентгенівської (радіографічної) плівки 4. Довжина або кількість контрольованих ділянок 5. Тип і номер індикатора якості зображення, його встановлення стосовно джерела випромінювання 6. Необхідна величина чутливості якості зображення

Розробник картки _____ _____
(підпис, дата, власне ім'я та прізвище)

Керівник підрозділу, який здійснює контроль _____
(підпис, дата, власне ім'я та прізвище)

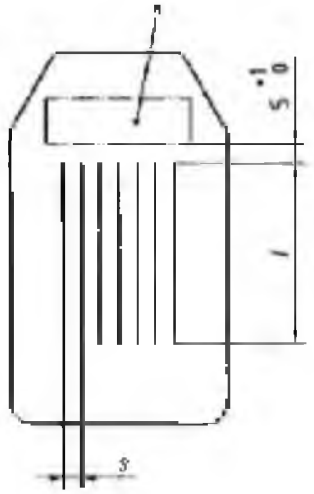
ДОДАТОК Б
(обов`язковий)

ІНДИКАТОРИ ЯКОСТІ ЗОБРАЖЕННЯ

Б.1 Для оцінки величини чутливості якості зображення слід застосовувати індикатори якості зображення дротового типу й типу ступінь-отвір згідно з ДСТУ EN 1SO 19232-1, ДСТУ EN 1SO 19232-2 за Б.2 або ІЯЗ канавкового й дротового типу за Б.3.

Б.2 Індикатори якості зображення дротового типу й типу ступінь-отвір згідно з ДСТУ EN 1SO 19232-1, ДСТУ EN ISO 19232-2.

Б.2.1 Індикатори якості зображення слід виготовляти з металу або сплаву, основа якого за хімічним складом аналогічна основі контрольованого зварного з'єднання. Форма та розміри ІЯЗ дротового типу наведені на рисунку Б.1 і в таблиці Б.1.



Ключ
l довжини дротів, мм
s відстань між поздовжніми дротами, мм
a місце для ідентифікаційного маркування, мм

Рисунок Б.1 – Індикатор якості зображення (дротового типу)

Система індикатора якості зображення базується на використанні набору із 19 дротів з різними значеннями діаметра, які встановлені у таблиці Б.1 разом із відповідними допусками і маркувальними номерами. Цей набір дротів у свою чергу поділяється на чотири групи, що перекриваються і включають у себе по сім дротів із послідовними маркувальними номерами, тобто W1 – W7, W6 – W12, W10 – W16, W13 – W19. Сім дротів індикатора якості зображення розташовані паралельно один до одного. Довжина дротів, *l*, складає 10 мм, 25 мм або 50 мм.

Письмова познака індикатора якості зображення повинна містити у собі літери 1Ql, шифр стандарту 1SO 19232-1, маркувальний номер найтовщого дроту згідно із значеннями з таблиці Б.1 (наприклад, W10), символи на позначення матеріалу, з якого зроблений дріт (наприклад, FE), і довжини (наприклад, 25):

Приклад 1 1Ql 1SO 19232-1 – W10 FE-25.

Повний запис познаки може бути скорочений до маркувального номера найтовщого дроту індикатора якості зображення (наприклад, W10) і позначення матеріалу дроту (наприклад, FE), якщо посилання на стандарт ДСТУ EN 1SO 19232-1 є зрозумілим.

Б.2.2 Усі дроти індикатора якості зображення повинні бути виготовлені із того самого матеріалу і вкладені у захисну оболонку, зроблену із такого матеріалу, який не впливає на показники якості зображення. Дивись таблицю Б.2 щодо стандартних матеріалів для виготовлення дротів.

Б.2.3 Маркування індикатора якості зображення

Маркування, яке наноситься на індикатор якості зображення (дивись рисунок Б.1), повинно надавати наступну інформацію:

a) маркувальний номер найтовщого дроту (1, 6, 10 або 13); таке позначення розташовується на боці найтовщого дроту;

b) літери на позначення матеріалу, використаного для виготовлення дроту, наприклад FE;

c) літери на позначення відповідного стандарту ISO.

Приклад 10 FE ISO

Індикатори якості зображення із зазначенням літер EN вважаються ідентичними індикаторам якості зображення із літерами ISO.

Радіографічне зображення ідентифікаційної познаки не повинно викликати блиск при перегляді радіограми. Рекомендується, аби коефіцієнт поглинання маркувального позначення не перевищував більше ніж удвічі коефіцієнт поглинання найтовщого дроту.

Б.2.4 Декларація про відповідність

Кожен індикатор повинен постачатися разом із декларацією про відповідність згідно з ДСТУ ISO/IEC 17050-1, яка підтверджує, що індикатор якості зображення відповідає вимогам, встановленим ДСТУ EN ISO 19232-1. З метою ідентифікації індикатор якості зображення повинен бути пронумерований і промаркований виробником.

Таблиця Б.1 - Номери, діаметри і граничні відхилення дротів, мм

Індикатор якості зображення, що містить у собі дроти				**Дріт**			**Відстань між поздовжніми дротами, *s***
W1	**W6**	**W10**	**W13**	**Маркувальний номер елемента (дроту)**	**Номінальний діаметр дроту**	**Допуски по діаметру**	
×				W1	3,20	± 0,03	$9{,}6\ ^{+1}_{0}$
×				W2	2,50		$7{,}5\ ^{+1}_{0}$
×				W3	2,00		$6\ ^{+1}_{0}$
×				W4	1,60	± 0,02	$5\ ^{+1}_{0}$
×				W5	1,25		
×	×			W6	1,00		
×	×			W7	0,80		
	×			W8	0,63		
	×			W9	0,50	± 0,01	
	×	×		W10	0,40		
	×	×		W11	0,32		
	×	×		W12	0,25		
		×	×	W13	0,20		
		×	×	W14	0,16		
		×	×	W15	0,125	± 0,005	
		×	×	W16	0,100		
			×	W17	0,080		
			×	W18	0,063		
			×	W19	0,050		

Б.2.5 Вибір індикаторів якості зображення

Критеріями вибору індикаторів якості зображення для використання повинні бути матеріал, що підлягає контролю, та очікувана або потрібна величина чутливості якості зображення.

Матеріал, з якого виготовлений дріт, повинен мати коефіцієнт поглинання настільки близький, наскільки це можливо до коефіцієнту поглинання матеріалу, що підлягає контролю. Тоді, коли індикатори якості зображення, що перелічені у таблиці Б.2, використовуються для матеріалів, які відрізняються від перерахованих у цій таблиці, слід звертатися до ДСТУ EN 1SO 19232-4. У таких випадках матеріал дроту повинен мати наступний найнижчий коефіцієнт поглинання відносно до того, який є притаманним контрольованому об'єкту. Якщо досягти цього не можливо, оскільки різниці у поглинанні є занадто великими, необхідно використовувати індикатори якості зображення, зроблені із того самого типу матеріалу, що і об'єкт, який підлягає контролю.

Таблиця Б.2 – Типи індикаторів якості зображення і матеріалів дротів, що використовуються для обраних груп матеріалів

Індикатор якості зображення	**Маркувальний номер дроту**	**Матеріал дроту**	**Придатний для контролювання наступних матеріалів**
W 1 CU W 6 CU W 10 CU W 13 CU	W1 – W7 W6 – W12 W10 – W16 W13 – W19	Мідь	Мідь, цинк, олово та їхні сплави
W 1 FE W 6 FE W 10 FE W 13 FE	W1 – W7 W6 – W12 W10 – W16 W13 – W19	Сталь (низьколегована)	Чорні метали
W 1 TI W 6 TI W 10 TI W 13 TI	W1 – W7 W6 – W12 W10 – W16 W13 – W19	Титан	Титан та його сплави
W 1 AL W 6 AL W 10 AL W 13 AL	W1 – W7 W6 – W12 W10 – W16 W13 – W19	Алюміній	Алюміній та його сплави

Б.2.6 Визначення величини чутливості якості зображення

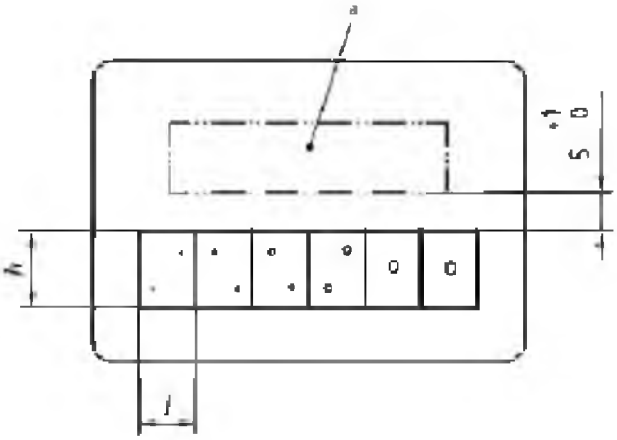
При визначенні величини чутливості якості зображення необхідно дотримуватися умов перегляду радіографічного знімка, встановлених у ДСТУ EN 25580. Номер найтоншого дроту, який чітко видно на радіографічному знімку, повинен бути взятий як величина чутливості якості зображення. Зображення дроту є прийнятним, якщо чітко видно принаймні 10 мм суцільної довжини.

Загалом, величина чутливості якості зображення визначається для кожного радіографічного знімка, що потребує підтвердження якості зображення.

Якщо було вжито заходів, що гарантують виготовлення радіографічних знімків аналогічних контрольних об'єктів і ділянок за умов застосування ідентичних способів експонування і обробки, і при цьому немає вірогідності отримання різниці у величинах чутливості якості зображень, тоді якість зображення не потрібно підтверджувати для кожного знімка, а ступінь відповідної верифікації якості зображення є предметом домовленості між договірними сторонами.

Б.2.7 Форма та розміри індикаторів якості зображення типу ступінь-отвір наведені на рисунку Б.2 та в таблиці Б.3

Система індикатора якості зображення базується на використанні набору із 18 ступенів різної товщини і отворів із відповідними значеннями діаметру, які встановлені у таблиці Б.3 разом із відповідними допусками і номерами отворів. Ці ступені і отвори у свою чергу поділяються на чотири групи, що перекриваються і включають у себе по шість отворів із послідовними маркувальними номерами, тобто H1 – H6, H5 – H10, H9 – H14, H13 – H18.



Ключ

	Номер індикатора якості зображення			
	H1	H5	H9	H13
h	10 мм	10 мм	10 мм	15 мм
l	5 мм	7 мм	7 мм	15 мм
a	місце для ідентифікаційного маркування			

Рисунок Б.2 - Індикатор якості зображення типу ступінь-отвір

Б.2.8 Ступені товщиною менше ніж 0,8 мм повинні містити у собі два отвори однакового діаметру. Ступені товщиною, що дорівнює або більше ніж 0,8 мм, повинні містити один отвір. Мінімальна відстань від центра отвору до краю ступеня, або до краю другого отвору у тій ступені повинна дорівнювати діаметру отвору плюс 1 мм. Отвори повинні бути зроблені перпендикулярно поверхні і не мати скошених країв.

Б.2.9 Позначення

Письмова познака індикатора якості зображення повинна містити у собі літери 1Q1, шифр стандарту 1SO 19232-2, маркувальний номер найменшого отвору згідно із значеннями з Таблиці 1 (наприклад, H5), а також символ на позначення матеріалу, з якого зроблений індикатор якості зображення (наприклад, FE).

Приклад 1Q1 1SO 19232-2 – H5 FE

Таблиця Б.3 - Номери отворів, діаметри отворів, значення товщини ступенів і допуски групи індикаторів якості зображення, мм

Група індикаторів якості зображення				**Ступінь-отвір**		
H1	**H5**	**H9**	**H13**	**Маркувальний номер елемента (отвору)**	**Номінальний діаметр отвору і товщина ступеня**	**Номінальні значення допусків для діаметру отвору і товщини ступеня**
x				H1	0,125	+ 0,015 0
x				H2	0,160	
x				H3	0,200	
x				H4	0,250	
x	x			H5	0,320	
x	x			H6	0,400	
	x			H7	0,500	
	x			H8	0,630	+ 0,020 0
	x	x		H9	0,800	
	x	x		H10	1,000	
		x		H11	1,250	+ 0,025 0
		x		H12	1,600	
		x	a	H13	2,000	
		x	a	H14	2,500	
			a	H15	3,200	+ 0,030 0
			a	H16	4,000	
			a	H17	5,000	
			a	H18	6,300	+ 0,036 0
[a] Ці значення можуть бути використані у особливих випадках застосування на основі домовленості між договірними сторонами.						

Б.2.10 Матеріал

Усі частини індикатора якості зображення повинні бути виготовлені із того самого матеріалу і вкладені у захисну оболонку, зроблену із такого матеріалу, який не впливає на показники якості зображення.

Дивись таблицю Б.4 щодо стандартних матеріалів для виготовлення індикаторів якості зображення.

Б.2.11 Маркування

Маркування, яке наноситься на індикатор якості зображення (дивись рисунок Б.2), повинно надавати наступну інформацію:

a) маркувальний номер найменшого отвору, надрукований поруч із найменшим отвором;

b) літери на позначення матеріалу, використаного для виготовлення індикатора якості зображення, наприклад FE;

c) літери на позначення відповідного стандарту ISO.

Приклад H5 FE ISO

Індикатори якості зображення із зазначенням літер EN вважаються ідентичними індикаторам якості зображення із літерами ISO.

Радіографічне зображення ідентифікаційної познаки не повинно викликати блиск при перегляді радіограми. Рекомендується, аби коефіцієнт поглинання маркувального позначення не перевищував більше ніж удвічі коефіцієнт поглинання найтовщого ступеня.

Б.2.12 Декларація про відповідність

Кожен індикатор повинен постачатися разом із декларацією про відповідність згідно з ДСТУ ISO/IEC 17050-1, яка підтверджує, що індикатор якості зображення відповідає вимогам, встановленим ДСТУ EN 1SO 19232-2. З метою ідентифікації індикатор якості зображення повинен бути пронумерований і промаркований виробником.

Б.2.13 Вибір індикаторів якості зображення

Індикатор якості зображення обирають відповідно до матеріалу, що підлягає контролю, та його товщини.

Коли це можливо, індикатор якості зображення повинен бути виготовлений із того ж типу матеріалу, що і контрольний зразок. В усіх інших випадках слід звертатися до ДСТУ EN 1SO 19232-4.

Таблиця Б.4 – Типи індикаторів якості зображення і матеріалів дротів, що використовуються для обраних груп матеріалів

Маркувальна познака індикатора якості зображення	**Маркувальний номер отвору із таблиці Б.3**	**Матеріал індикатора якості зображення**	**Придатний для контролювання наступних матеріалів**
H 1 CU H 5 CU H 9 CU H 13 CU	HI – H6 H5 – H10 H9 – H14 H13 – H18	Мідь	Мідь, цинк, олово та їхні сплави
H 1 FE H 5 FE H 9 FE H 13 FE	HI – H6 H5 – H10 H9 – H14 H13 – H18	Сталь (низьколегована)	Чорні метали
H 1 TI H 5 TI H 9 TI H 13 TI	HI – H6 H5 – H10 H9 – H14 H13 – H18	Титан	Титан та його сплави
H 1 AL H 5 AL H 9 AL H 13 AL	HI – H6 H5 – H10 H9 – H14 H13 – H18	Алюміній	Алюміній та його сплави

Б.2.14 Визначення величини чутливості якості зображення

При визначенні показника якості зображення необхідно дотримуватися умов перегляду радіографічного знімка, встановлених у ДСТУ EN 25580. Номер найменшого отвору, який чітко видно на радіографічному знімку, повинен бути взятий як величина чутливості якості зображення. Якщо ступінь містить у собі два отвори, обидва повинні бути чітко видними.

Загалом, величина чутливості якості зображення визначається для кожного радіографічного знімка при радіографічному контролі, що потребує підтвердження якості зображення.

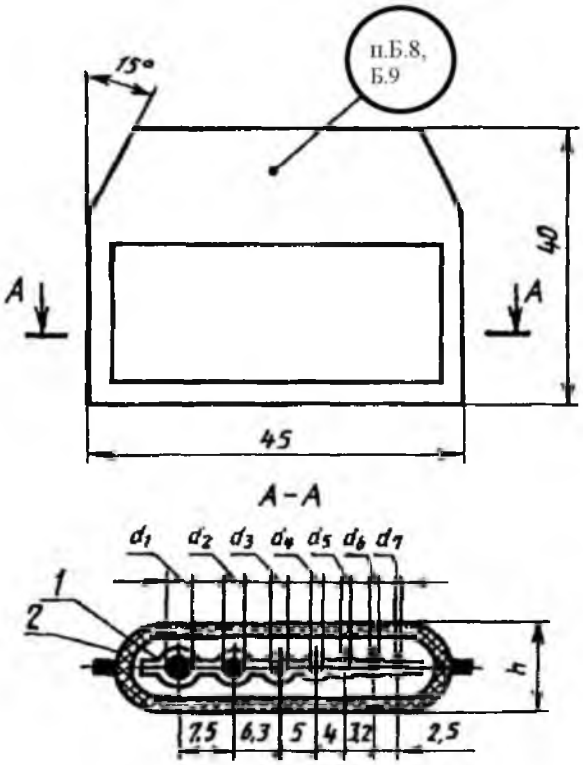
Якщо було вжито заходів, що гарантують виготовлення радіографічних знімків аналогічних контрольних об’єктів і ділянок за умов застосування ідентичних способів експонування і обробки, і при цьому немає вірогідності отримання різниці у величинах чутливості якості зображень, тоді якість зображення не потрібно підтверджувати для кожного знімка, а ступінь відповідної верифікації якості зображення є предметом домовленості між договірними сторонами.

Б.3 Індикатори якості зображення канавкового й дротового типу.

Б.3.1 Індикатори якості зображення слід виготовляти з металу або сплаву, основа якого за хімічним складом аналогічна основі контрольованого зварного з'єднання. Форма та розміри дротяних ІЯЗ наведені на рисунку Б.3 і в таблиці Б.5. Довжина дроту в ІЯЗ 20 мм ± 0,5 мм.

Б.3.2 Граничні відхилення для діаметрів дроту:

– до 0,2 мм включно ±0,01 мм;
– понад 0,2 мм до 1,6 включно ±0,03 мм;
– понад 1,6 мм до 4,0 включно ±0,04 мм



де, 1 – вкладка; 2 – чохол.

Рисунок Б.3 – Дротяний індикатор якості зображення

Таблиця Б.5 – Розміри дротяних ІЯЗ, мм

Номер ІЯЗ	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	h
1	0,2	0,16	0,125	0,10	0,08	0,063	0,05	1,2
2	0,4	0,32	0,25	0,20	0,16	0,125	0,10	1,4
3	1,25	1,00	0,80	0,63	0,50	0,40	0,32	2,2
4	4,0	3,20	2,50	2,00	1,60	1,25	1,00	5,0

Б.3.3 Граничні відхилення інших розмірів – ±0,5 мм.

Б.3.4 Вкладку та чохол для дротяних ІЯЗ слід виготовляти з гнучкого прозорого пластику.

Б.3.5 Форма та розміри індикаторів якості зображення канавкового типу наведені на рисунку Б.4 та в таблиці Б.6.

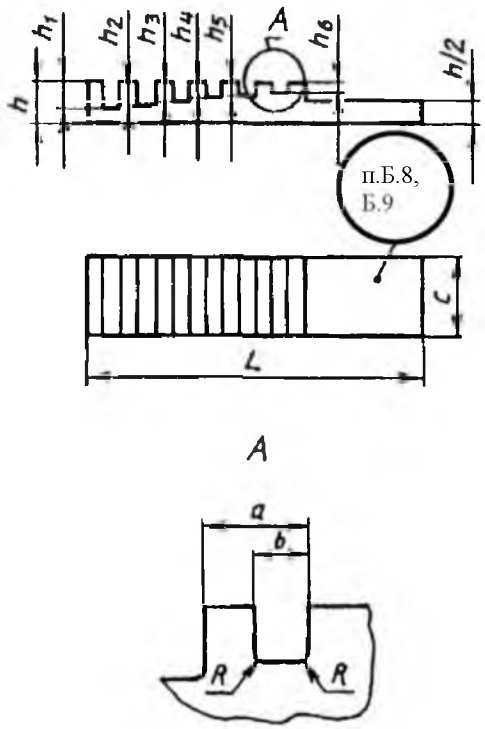


Рисунок Б.4 – Індикатори якості зображення канавкового типу

Таблиця Б.6 – Розміри ІЯЗ канавкового типу, мм

№ э ІЯЗ	Глибина канавок						Граничне відх. глибини канавок	*R*, не більше	*a*		*b*		*c*		*h*		*L*	
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6			Номін.	Граничне відхилення	Номін.	Граничне відхилення	Номін.	Граничне відхилення	Номін.	Граничне відхилення	Номін.	Граничне відхилення
1	0,60	0,5	0,40	0,3	0,20	0,10	-0,05	0,1	2,5	±0,30; ±0,150	0,5	+0,2; +0,1	10	-0,360	2	-0,100	30	-0,52
2	1,75	1,5	1,25	1,0	0,75	0,50	-0,10	0,2	4,0	±0,40	1,5	+0,3	12	-0,430	4	-0,120	45	-0,62
3	-	-	3,00	2,5	2,00	1,50	-0,25	0,3	6,0	±0,40	3,0	+0,3	14	-0,430	6	-0,120	60	-0,74
	4,00	3,5	-	-	-	-	-0,30											

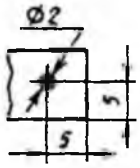
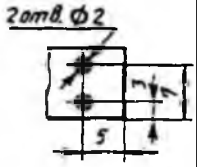
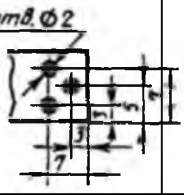
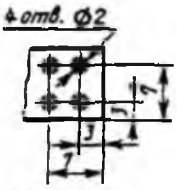
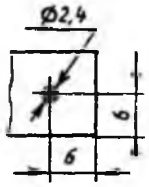
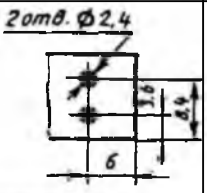
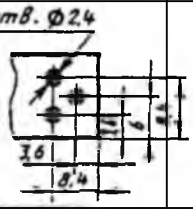
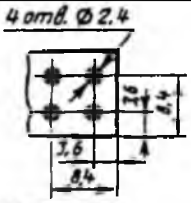
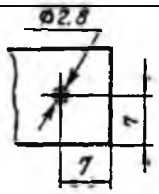
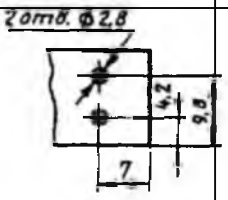
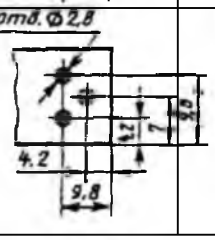
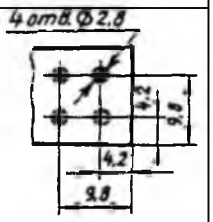
Б.3.6 Маркування індикаторів якості зображення слід проводити свинцевими цифрами. Перша цифра маркування повинна позначати матеріал ІЯЗ, наступні (одна чи дві цифри) – номер ІЯЗ.

Б.3.7 Умовні позначення матеріалу ІЯЗ для сплавів на основі:

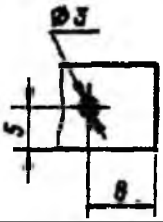
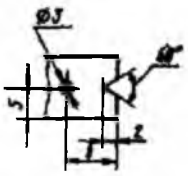
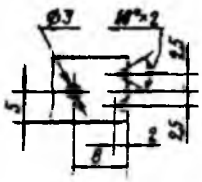
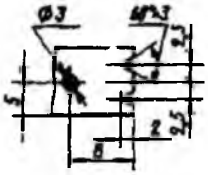
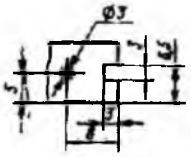
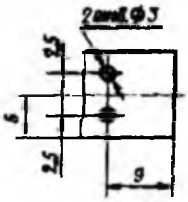
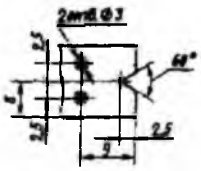
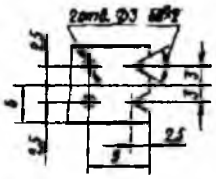
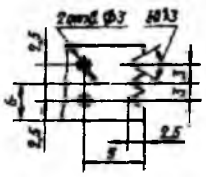
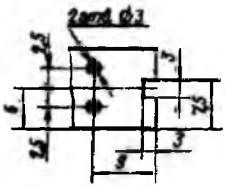
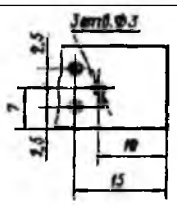
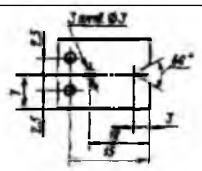
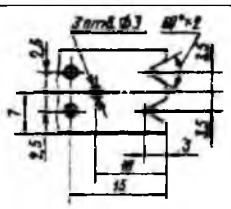
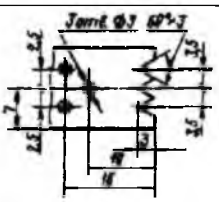
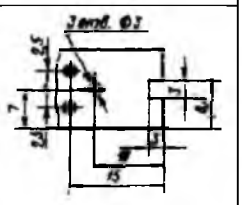
– заліза – 1;
– алюмінію та магнію – 2;
– титану – 3;
– міді – 4;
– нікелю – 5.

Б.3.8 Для маркування ІЯЗ канавкового типу допускається застосовувати вирізи та отвори або лише отвори, зазначені в таблицях Б.7 та Б.8. У цьому випадку товщина ІЯЗ в місці маркування повинна дорівнювати h.

Таблиця Б.7 – Розміри ІЯЗ канавкового типу при маркуванні отворами

Номер ІЯЗ	Сплави на основі				
	алюмінію і магнію	титану	заліза	нікелю	міді
1					
2					
3					

Таблиця Б.8 – Маркування ІЯЗ канавкового типу

Номер ІЯЗ	Сплави на основі				
	заліза	алюмінію і магнію	титану	міді	нікелю
1					
2					
3					

Б.3.9 При маркуванні ІЯЗ отворами довжина ІЯЗ № 1 становить 27-0,52 мм, №2 – 38,5-0,62 мм, №3 – 53-0,74 мм.

ДОДАТОК В
(обов`язковий)

КОНСТРУКЦІЯ ЗРАЗКІВ-ІМІТАТОРІВ І МЕТОДИКА ОЦІНКИ УВІГНУТОСТІ ТА ВИПУКЛОСТІ КОРЕНЯ ШВА

В.1 Увігнутість та випуклість кореня шва при контролі зварних з'єднань трубопроводів зовнішнім діаметром 30 мм і менше оцінюється шляхом вимірювання на знімках розмірів зображення їх профілю на бічних (відносно напрямку експонування) стінках трубопроводів.

Примітка. Допускається застосування вищезазначених вимог на трубопроводах зовнішнім діаметром не більше 100 мм, за умови отримання зображення їх профілю на бічній (відносно напрямку експонування) стінці трубопроводу.

В.2 Увігнутість та випуклість кореня шва при контролі зварних з'єднань трубопроводів та інших виробів зовнішнім діаметром більше як 30 мм оцінюється шляхом візуального (або з використанням денситометра) порівняння оптичної густини їх зображення на знімку з оптичною густиною зображення канавки або виступу на сталевому зразку-імітаторі, ескіз якого подано на рис. В.1.

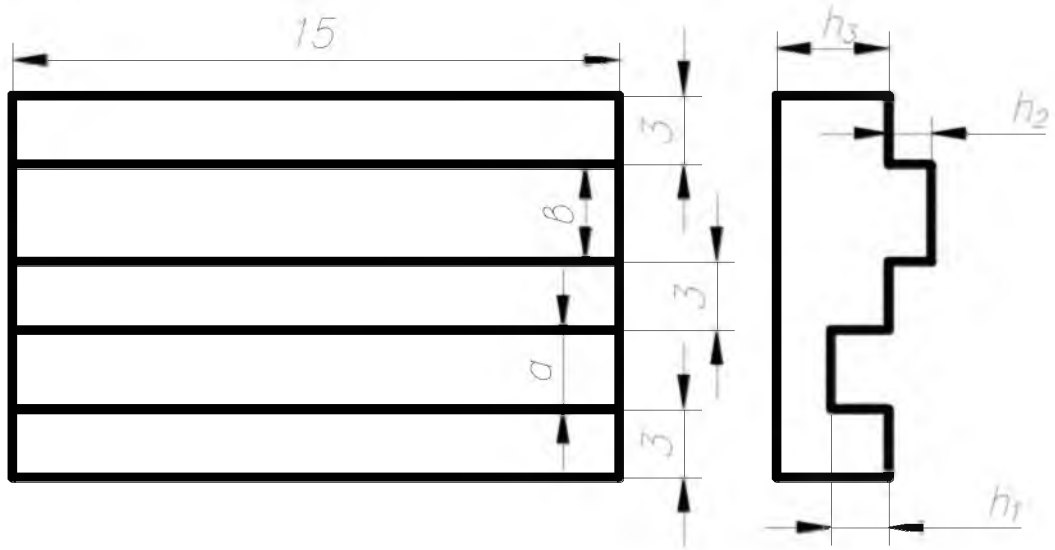


Рисунок В.1 – Ескіз сталевого зразка-імітатора

В.3 Глибина h_1 канавки і висота h_2 виступу зразка-імітатора повинні дорівнювати граничному допустимому значенню увігнутості та випуклості кореня шва. Ширина канавки - α й ширина виступу - *в* повинні бути рівні округленим до найближчого більшого цілого значення (у міліметрах), подвоєним гранично допустимим значенням увігнутості та випуклості кореня шва. Товщина h_3 зразка-імітатора повинна дорівнювати величині випуклості контрольованого зварного шва.

Допуск на всі розміри зразка-імітатора ± 10 %.

В.4 Допускається використання зразків-імітаторів з канавками та виступами напівкруглої форми з радіусом, рівним граничному значенню увігнутості та випуклості кореня шва.

В.5 Допускається використання роздільних зразків-імітаторів увігнутості та випуклості кореня шва (зразка-імітатора увігнутості та зразка-імітатора випуклості кореня шва).

В.6 Допускається використання зразків-імітаторів з товщиною $h_з$ меншою, ніж посилення шва. В цьому випадку зразок-імітатор повинен встановлюватися на стальну прокладку, що компенсує різницю між товщиною зразка-імітатора та величиною посилення шва.

В.7 Зразок-імітатор повинен встановлюватися на контрольованому зварному з'єднанні з боку джерела випромінювання відповідно до рисунку 5.1 та на відстані, як зазначено в 5.3.13, таким чином, щоб напрямок виступу (канавки) співпадав з віссю шва. У разі неможливості встановлення зразка-імітатора з боку джерела випромінювання допускається встановлювати його з боку рентгенівської (радіографічної) плівки.

В.8 Оптична густина зображення зразка-імітатора на знімку повинна дорівнювати оптичній густині зображення шва.

В.9 Для підвищення точності оцінки увігнутості та випуклості кореня шва, а також за неможливості виконання вимоги В.8 рекомендується проводити первинний контроль зварного з'єднання без встановлення зразка-імітатора.

У разі виявлення при первинному контролі увігнутості чи випуклості кореня шва та необхідності оцінки їх величини проводиться повторний контроль ділянок, на знімку яких виявлено зображення увігнутості чи випуклості шва. Зразок-імітатор при повторному контролі повинен встановлюватися безпосередньо до посилення валика зварного з'єднання із напрямком канавки (виступу) поперек шва.

Примітка. При встановленні зразка-імітатора безпосередньо до посилення валика зварного з'єднання порівнюються оптичні густини ділянок зображень увігнутості (випуклості) та канавки (виступу) зразка-імітатора, розташованих у безпосередній близькості від місця перетину цих зображень.

В.10 Увігнутість або випуклість кореня шва не перевищує гранично допустимого значення, якщо оптична густина зображення увігнутості на знімку менша, а випуклість - більша за оптичну густину зображень імітуючих їх канавки або виступу на зразку-імітаторі.

ДОДАТОК Г
(довідковий)

ВИБІР ВІДСТАНІ ВІД ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ ДО КОНТРОЛЬОВАНОГО ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ І ДОВЖИНИ АБО ЧИСЛА КОНТРОЛЬОВАНИХ ДІЛЯНОК

Г.1 Для схем контролю, наведених на рисунку 5.2, відстань f від джерела випромінювання до контрольованого зварного з'єднання і довжина L контрольованої за одну експозицію ділянки повинні задовольняти співвідношенням:

$$f \geq ch; \quad (Г.1)$$

$$L \leq 0{,}8f. \quad (Г.2)$$

де $c = 2Ф/K$ при $Ф/K \geq 2$ і $c=4$ при $Ф/K<2$;

h - товщина проникнення контрольованої ділянки, мм;

$Ф$ - максимальний розмір фокусної плями або розмір джерела випромінювання, мм;

K - необхідна величина чутливості якості зображення, мм.

Примітка: Розмір джерела випромінювання описується його довжиною l та шириною w (діаметром d). Більше число із цих значень приймається для розрахунку відстані f Якщо об'єкт контролю експонується перпендикулярно до вісі тримача-джерела, то для розрахунку відстані f використовується ширина w (діаметр d) джерела випромінювання.

Г.2 Для схем рисунка 5.3 (а, б, г, д, е) при контролі з розташуванням рентгенівської (радіографічної) плівки по периметру контрольованого зварного з'єднання (довжина плівки дорівнює внутрішньому діаметру зварного з'єднання) відстань f від джерела випромінювання до контрольованої ділянки зварного з'єднання (при експонуванні кільцевих зварних з'єднань через дві стінки - до ближчої до джерела поверхні кільцевого з'єднання) не повинна бути менша за значення, визначені за формулами, наведеними в таблиці Г.1.

Примітка. Якщо за наведеними формулами в таблиці Г.1, отримані мінімальні значення відстані f - від'ємні, то мінімальне значення f приймається рівним нулю, тобто джерело може встановлюватися безпосередньо на поверхні контрольованого виробу.

Таблиця Г.1

Схема експонування	Відстань f мм, не менше
Рисунок 5.3 (а)	0,7c(D-d)
Рисунок 5.3 (б)	0,5cD
Рисунок 5.3 (г)	0,5[1,5c(D-d)-D]
Рисунок 5.3 (д)	0,5[c(1,4D-d)-D]
Рисунок 5.3 (е)	0,5d *
Примітка. * - ця схема контролю застосовується лише при виконанні умов, зазначених у 5.5.9 або 5.5.10; D - зовнішній діаметр зварного з'єднання; d – внутрішній діаметр зварного з'єднання; $c = 2Ф/K$ при $Ф/K \geq 2$ і $c=4$ при $Ф/K<2$ h - товщина проникнення контрольованої ділянки, мм	

Г.3 Після вибору відстані *f* визначається відношення *f/D*, потім залежно від значення цього відношення за таблицями Г.2 - Г.4 знаходять кількість ділянок *N*, на яку має бути розмічене зварне з'єднання (кількість експозицій, необхідна для суцільного контролю).

Примітка. Допускається визначати за таблицями Г.2 – Г.3 значення *f* залежно від обраної за цими таблицями кількості ділянок за умови, що це значення задовольнятиме вимогам таблиці Г.1.

Таблиця Г.2

d/D, понад	Мінімальна кількість ділянок під час контролю за схемою рисунка 5.3 (а)					
	5	6	7	8	9	10
	f/D, не менше					
0,50	-	-	-	-	14,2	3,3
0,55	-	-	-	27,3	3,4	1,8
0,60	-	-	-	4,2	1,9	1,2
0,65	-	-	7,7	2,2	1,3	0,9
0,70	-	-	3,1	1,5	1,0	0,7
0,75	-	7,1	1,9	1,1	0,8	0,6
0,80	-	3,2	1,4	0,9	0,7	0,5
0,85	18,2	2,0	1,0	0,7	0,5	0,4
0,90	4,7	1,5	0,8	0,6	0,5	0,4
0,95	2,6	1,1	0,7	0,5	0,4	0,3

Таблиця Г.3

d/D, понад	Мінімальна кількість ділянок під час контролю за схемою рисунка 5.3 (б)						
	4	5	6	7	8	9	10
	f/D, не менше						
0,40	-	-	-	-	10,4	3,2	2,0
0,45	-	-	-	18,2	3,3	2,0	-
0,50	-	-	-	3,8	2,2	2,0	-
0,55	-	-	6,9	2,8	2,0	-	-
0,60	-	-	4,0	2,0	-	-	-
0,65	-	-	2,5	2,0	-	-	-
0,70	-	9,8	2,0	-	-	-	-
0,75	-	4,3	2,0	-	-	-	-
0,80	-	3,0	2,0	-	-	-	-
0,85	-	2,3	2,0	-	-	-	-
0,90	-	2,0	-	-	-	-	-
0,95	18,3	2,0	-	-	-	-	-

Таблиця Г.4

d/D, понад	Мінімальна кількість ділянок під час контролю за схемами рисунка 5.3 (г, д)				
	3	4	5	6	7
	f/D				
0,50	-	до 0,4	до 1,4	до 12,0	понад 12,0
0,55	-	до 0,6	до 2,6	понад 2,6	-
0,60	до 0,1	до 0,9	до 5,8	понад 5,8	-
0,65	до 0,2	до 1,3	до 40,0	понад 40,0	-
0,70	до 0,3	до 1,9	понад 1,9	-	-
0,75	до 0,4	до 3,0	понад 3,0	-	-
0,80	до 0,5	до 4,7	понад 4,7	-	-
0,85	до 0,6	до 9,8	понад 9,8	-	-
0,90	до 1,0	понад 1,0	-	-	-

Г.4 Для схеми рисунка 5.3 (в), відстань f та кількість ділянок (експозицій) повинні задовольняти співвідношенням $f \geq cD;\ N \geq 2$.

Г.5 Для схеми рисунка 5.3 (б) при довжині рентгенівської (радіографічної) плівки менше внутрішнього діаметра зварного з'єднання, а також для схеми рисунка 5.3 (ж, з) відстань f та число N ділянок (експозицій) визначаються дослідним шляхом із урахуванням вимог цієї методики.

Число контрольованих ділянок (N) для схем контролю 5.4 (б), 5.4 (в), 5.4 (г) визначається дослідним шляхом.

Відстань f для схем контролю 5.4 (б), 5.4 (в), 5.4 (г) слід обирати таким чином, щоб відношення цієї відстані до розміру джерела випромінювання або до розміру фокусної плями $Ф$, тобто $f/Ф$ була не меншою за значення, які визначаються за формулою:

$$\frac{f}{Ф} \geq 15b^{2/3} \qquad (Г.3)$$

де f - відстань від джерела випромінювання до об'єкта контролю, мм;
$Ф$ - розмір фокусної плями або розмір джерела випромінювання, мм;
b - відстань від об'єкта контролю до плівки, мм.

Г.6 Кут між напрямками експонування для окремих експозицій під час контролю за схемами рисунка 5.3 (а, б, г, д, ж, з) повинен становити $360°/N \pm 3°$.

Г.7 Кут між напрямками експонування окремих експозицій під час контролю за схемою рисунка 5.3 (в) повинен становити $180°/N \pm 3°$.

Г.8 Для схеми рисунка 5.4 (д, е) відстань f і довжина рентгенівської (радіографічної) плівки вибираються так само, як для схеми рисунка 5.3 (в), контроль зварного з'єднання за схемою рисунка 5.4 (д) проводиться не менше, як за одну експозицію, а за схемою рисунка 5.4 (е) проводиться за дві або більше експозиції (у разі технічної можливості).

Г.9 Для схеми рисунка 5.4 (а) відстань f і число ділянок вибираються так само, як для схеми рисунка 5.3 (а).

ДОДАТОК Д
(довідковий)

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЕКСПОНУВАННЯ ПРИ РЕНТГЕНОГРАФІЧНОМУ ТА ГАММАГРАФІЧНОМУ КОНТРОЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ДЖЕРЕЛ ІРІДІЙ-192 І КОБАЛЬТ-60

Д.1 Для визначення тривалості експонування при рентгенографічному та гаммаграфічному контролі з використанням джерел іридій-192 і кобальт-60 за допомогою сталевого ступінчастого або клиноподібного зразка дослідним шляхом визначається час t_0, необхідний для отримання заданої оптичної густини знімка при експонуванні ділянки зразка з довільною товщиною проникнення h_0 (при рентгенографічному контролі – при заданій напрузі на рентгенівській трубці).

Д.2 Після визначення t_0 (цей час має визначатися для кожного конкретного типу рентгенівського апарату та типу рентгенівської (радіографічної) плівки окремо). Тривалість експонування, необхідний для отримання заданої оптичної густини знімків при експонуванні зварного з'єднання визначається за формулами:

при рентгенівському контролі:

$$t = t_0 \frac{I_0}{I} \left(\frac{F}{F_0}\right)^2 exp[\mu(h - h_0)] \qquad (Д.1)$$

при гаммаграфічному контролі:

$$t = t_0 \frac{Q_0}{Q} \left(\frac{F}{F_0}\right)^2 exp[\mu(h - h_0)] \qquad (Д.2)$$

де h_0 і h - товщини проникнення при визначенні t_0 і експонуванні зварного з'єднання, мм;

Q_0, Q, I_0 та I - активність джерела та струм рентгенівської трубки при визначенні t_0 та експонуванні зварного з'єднання;

F_0 та F - відстань від джерела випромінювання до рентгенівської (радіографічної) плівки при визначенні t_0 та експонуванні зварного з'єднання, мм;

μ - лінійний коефіцієнт ослаблення широкого пучка випромінювання.

Д.3 Коефіцієнт μ для рентгенівських апаратів знаходиться для кожного конкретного типу апарату та напруги на рентгенівській трубці дослідним шляхом за такою методикою: для заданої напруги на рентгенівській трубці визначаються експозиції E_1 та E_2 (мА/хв), необхідні для отримання заданої оптичної густини знімків при експонуванні сталі з довільно обраними товщинами проникнення h_1 і h_2; визначається величина μ за формулою:

$$\mu = \frac{In\, E_2/E_1}{h_2 - h_1} \qquad (Д.3)$$

Д.4 Значення μ для кабельних рентгенівських апаратів типу РАП-150/300 наведено у таблиці Д.1.

Д.5 Значення для джерел іридій-192 і кобальт-60 наведені в таблиці Д.2.

Д.6 Дозволяється можливість застосування для розрахунку тривалості експонування інших технічних засобів залежно від товщини проникнення, активності джерела, типу плівки та відстані від джерела до об'єкта.

Таблиця Д.1

Напруга на рентгенівській трубці, кВ	μ, $см^{-1}$	Напруга на рентгенівській трубці, кВ	μ, $см^{-1}$
100	3,30	260	1,21
120	2,70	280	1,12
140	2,30	300	1,04
160	2,00	320	0,97
180	1,77	340	0,91
200	1,58	360	0,86
220	1,44	380	0,82
240	1,32	400	0,79

Таблиця Д.2

Джерело випромінювання	μ, $см^{-1}$
Іридій-192	0,50
Кобальт-60	0,31

ДОДАТОК Е
(довідковий)

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ РУЧНОЇ ФОТООБРОБКИ РЕНТГЕНІВСЬКОЇ (РАДІОГРАФІЧНОЇ) ПЛІВКИ

Е.1 Темне приміщення повинно бути розташована по можливості близько від того місця, де рентгенівська (радіографічна) плівка експонується, але поза межами досяжності впливу випромінювання. Вхід в темне приміщення зазвичай виконується у вигляді «пастки для світла», наприклад, у вигляді дверей, що обертаються, або лабіринту. У більшості випадків використовується лабіринт, хоч він і займає доволі багато місця. Стіни проходу фарбують матовим кольором, а на рівні очей проводять білу лінію для полегшення орієнтування. Стіни темного приміщення фарбують переважно світлим тоном, оскільки їх легше очищати та тому, що вони краще відбивають червоний колір ліхтаря.

Темне приміщення необхідно забезпечити примусовою вентиляцією, добре очищеним повітрям. Це дуже важливо, оскільки зовнішнє повітря може бути забруднене пилом, піском та іншими частинками. Рекомендована вологість повітря від 40 % до 70 %.

Е.2 Плівки повинні оброблятися при неактинічному світлі, зокрема при оранжево-червоному або зеленому світлі. Відстань між плівкою та червоним ліхтарем і витримка залежать від чутливості застосовуваної плівки. Як правило, червоний ліхтар перевіряють експонуванням частково закритої плівки найвищої чутливості з такою витривалістю, тривалість якої дорівнює загальному часу обробки плівки в темному приміщенні. Після цього плівку проявляють у звичайному режимі, і стає зрозумілим те, наскільки безпечний червоний ліхтар та скільки часу плівка може піддаватися впливу цього ліхтаря. В темному приміщенні необхідно передбачити «суху» та «мокру» секції. В «сухій» секції плівка занурюється та виймається з касети та, у разі потреби, вставляється у проявну рамку. В цій секції не має бути підвищеної вологості, але повинні бути в наявності прилади для підвішування плівок та світлозахисний контейнер для плівки. При ручному проявленні плівки обробляються в різних бачках. Для підвищення ефективності та покращення якості обробки рекомендується застосовувати автоматичний контроль температури розчинів.

Е.3 Бачки, в яких плівка встановлюється у вертикальній рамці (танки-баки), мають виготовлятися з матеріалу, стійкого до корозії. Часто такі бачки роблять з корозійностійкої сталі, хоча можливе застосування й пластмасових бачків. Розміри бачків повинні підходити одночасно для використовуваних плівок та плівок, що обробляються, із забезпеченням мінімального проміжку 20 мм між плівками та стінками бачка. Верхній край плівок має бути на 30 мм нижче поверхні розчинів. Рекомендується таке розташування бачків: проявний бачок, стоп-ванна чи бачок для промивки, бачок з фіксажем, бачок остаточного промивання, бачок з осушувальним розчином.

Е.4 Обробні розчини бажано готувати в індивідуальних бачках, які не мають застосуватись для інших розчинів. При використанні хімікатів у вигляді порошків вони не повинні змішуватись у самому бачку. Такі хімікати поставляються в пакованнях різного об’єму, при роботі з ними необхідно суворо дотримуватися порядку їх розчинення, в протилежному випадку можлива поява осаду та активність отриманого розчину може бути зниженою.

При наявності концентрованих розчинів проявника та фіксажу, їх нормальні розчини можна отримати безпосередньо в бачках для оброблення.

Е.5 При проявленні в бачках експоновану плівку розміщують у тримачі, на підвісці або врамці (у випадку підвішування плівка спочатку закріплюється в нижніх затискачах, а потім – в верхніх). Це дозволяє занурити плівку у розчини на певний час. Під час обробки рентгенівські (радіографічні) плівки необхідно часто переміщати для того, щоб не відбувалося локального виснаження розчину в місці контакту з емульсією. В іншому випадку знижується швидкість і рівномірність обробки плівки.

Рекомендований час проявлення плівок у проявнику складає 5 хв при 20 ^{0}С. Підвищення температури проявника прискорює процес проявлення, але при цьому відбувається прискорене окиснення розчину.

Якщо неможливо витримувати температуру 20 ^{0}С, то рекомендується така залежність часу проявлення від температури розчину:

Т, ^{0}С	18	20	22	24	26	28	30
t, мин	6	5	4	3,5	3	2,5	2

Прискорене проявлення при підвищеній температурі хоч і не рекомендується, але доцільно для пониження вуалі та зернистості зображення. Занадто висока температура може призвести до ретикуляції, відшарування чи розплавлення емульсійного шару. У випадку, коли температура падає нижче 18 ^{0}С, гідрохінон, що впливає в основному на контрастність, стає менш активним.

Для запобігання набухання емульсійного шару температура проявника не повинна бути вище ніж 24 ^{0}С.

Хоча підвищена температура проявника й скорочує час проявлення, однак зображення може вийти помітно менш контрастним (через високу вуаль) та менш рівномірним.

Можлива компенсація в певних межах відхилень від нормальної експозиції шляхом зміни часу проявлення, але хорошу якість рентгенівських знімків важко отримати, якщо час проявлення нестандартний.

Збільшений час проявлення призводить до підвищення густини вуалі, а скорочений – до пониженої контрастності зображення. Тому таких режимів необхідно уникати.

Оскільки тип проявника впливає на вуаль, зернистість, ефективну чутливість плівки та контрастність зображення, необхідно дотримуватися рекомендацій виробника.

Необхідно ретельно перемішувати проявник перші 30 хвилин проявлення плівки для запобігання утворенню бульбашок на поверхні емульсії (що призводить до появи плям на знімку) та для рівномірного проникнення проявника в товщу емульсійного шару. Перемішування необхідно повторювати щохвилини протягом 5 с для доступу нових порцій проявника до емульсії.

Якщо проявлення супроводжується безперервним перемішуванням, тоді процес проявлення прискорюється, а час проявлення можна скоротити приблизно на 20 %.

Ефект перемішування досягається й пропусканням бульбашок азоту, що виходять з дна проявочного бачка. Велика кількість бульбашок та їх довільні напрямки руху до поверхні розчину забезпечують ефективне перемішування розчину на поверхні плівки.

Не допускається контролювати процес проявлення за досягнутою густиною. На цій стадії плівка більш чутлива навіть до світла, неактинічного при нормальних

умовах та, як результат, можливе збільшення вуалі та підтікань на зображенні.

В процесі проявлення активність проявника зменшується через витрату речовини для проявлення та накопичення продуктів реакції в проявнику. На виснаженість проявника впливає число проявлених плівок та їх середня густина в бачку. Іншим фактором є окислення речовини для проявлення, а також не використовуваного проявника. Отже, необхідно компенсувати це зменшення проявної активності, якщо потрібно отримати рівномірні знімки протягом якогось часу. Ця компенсація досягається відновленням розчину.

Е.6 При використанні підвісок, які не рекомендується витримувати над бачком для проявлення, відбувається перенесення біля 320 мл проявника в бачок для промивання кожним 1 $м^2$ оброблюваної плівки. Проявні рамки рекомендується витримувати над бачком для проявлення протягом 2 с для стоку проявника з плівки, але й вони переносять біля 400 мл розчину кожним 1 $м^2$ плівки. Відповідно до рекомендацій виробника необхідно на кожний 1 $м^2$ плівки використовувати певну кількість відновлювального розчину, доводячи активність основного проявника до початкового рівня. Щоб відновити робочий розчин до початкової активності в якості відновлювального розчину необхідно використовувати розчин підвищеної концентрації. Додавання розчину нормальної концентрації змушує збільшувати час проявлення для того, щоб отримувати постійну степінь проявлення.

Е.7 Нормальний проявник буде отримано, якщо до 1 частини концентрату додати 4 частини води. Відновлювальний розчин отримується при додаванні 3 частин води до 1 частини концентрату. Відновлювальний розчин додається доволі часто для підтримання постійної активності; додавання занадто великої кількості за один прийом призводить до того, що густина плівки, що проявляється, помітно росте. Відновлювальний розчин не слід додавати безкінечно; старий проявник потрібно викидати. Після додавання 4 л відновлювального розчину на 1 л вихідного проявника можна проявляти 0,25 $м^2$ плівки на кожний літр проявника в бачку.

Після цього використаний проявник потрібно замінити свіжим. Якщо частково використаний проявник не застосовується протягом восьми тижнів, він підлягає заміні.

Для запобігання окисленню розчинів на повітрі бачок з відновлювальним розчином закривається кришкою, що плаває.

По закінченню процесу проявлення плівки виймають з проявника, дається можливість залишкам проявника стекти з поверхні плівки протягом декількох секунд (тільки не у використаний проявник), потім їх занурюють у стоп-ванну. В 1 л стоп-ванни можна обробити від 0,6 $м^2$ до 0,8 $м^2$ плівки при умові контролю pH розчину.

Якщо використовується тільки проміжне промивання, то плівки промивають протягом 2 хв – 3 хв в проточній воді. Швидкість потоку води повинна бути такою, щоб забезпечувався, принаймні, 3-4 кратний обмін води в бачку за 1 год. Вода повинна бути чистою та без домішок сполук срібла чи фіксажу. Допускається мінімальна температура 15 ^{0}C, але вона має бути максимально близька до номінальної. Якщо температура занадто низька, то желатин на поверхні емульсійного шару може поморщитись, а речовини для проявлення будуть видалятись нерівномірно, в результаті чого зображення виходить нерівномірне за густиною або з брижами.

Е.8 Фіксування в значній мірі визначає постійність якості зображення та його збереження, і тому необхідний постійний контроль якості, pH та вмісту срібла (його об'єм не повинен перевищувати 8 г/л фіксажу).

Коли плівка переноситься зі стоп-ванни у фіксуючий розчин, останній необхідно безперервно перемішувати протягом 10 с, а потім перемішування повторюють регулярно щохвилини по 5 с. Потрібно звертати особливу увагу на те, щоб плівки не прилипали одна до одної.

Якщо перемішування недостатньо інтенсивне, то можуть з'явитись плями та дихроїчна вуаль, особливо якщо фіксаж близький до виснаження розчину. Як правило, фіксаж не поповнюється відновлювальним розчином, а використовується до виснаження. Розчин вважається виснаженим, якщо час повного освітлення плівки в ньому вдвічі перевищує цей час для свіжого розчину. В цьому випадку фіксаж підлягає заміні. При використанні фіксажу максимальний час освітлення складає 2,5 хв при 20 ^{0}С. Зазвичай в 1 л фіксажу дозволяється обробляти не більше 1 м^2 плівки.

Якщо ця норма перевищується, то фіксування зображення буде неповним, навіть якщо плівка витримується у фіксажі протягом часу вдвічі більшому, ніж час освітлення. Результатом буде знебарвлення або розмивання зображення. Крім того, в цьому випадку збереження плівки буде не тривалим.

Температура фіксажу не має значного впливу на процес фіксування, хоча при підвищеній температурі час фіксування скорочується. Необхідно температуру фіксажу приближати до температури проявника, оскільки перепад в температурі обробки негативно позначається на емульсійному шарі.

Е.9 Після фіксування рентгенівські (радіографічні) плівки промиваються проточною водою, для того щоб емульсійний шар був ретельно промитим. Для забезпечення якості промивання необхідно, щоб підвіска та верхні затискачі плівки постійно омивались водою.

Тривалість промивання залежить від інтенсивності промивання та температури води.

Тривалість промивання, хв.	**Температура води, ^{0}С**
90	5 - 12
20	13 - 25
15	26 - 30
10	30

Слід уникати промивання водою при температурі вище 25 ^{0}С. При необхідності використання води з більш високою температурою обов'язкове застосування дублячого фіксажу (з дублячою добавкою).

Е.10 Як тільки плівка виймається з промивного бачка, вода стікає з плівки, але на ній залишаються водяні краплі різних розмірів як результат ефекту поверхневого натягу води. Плівка висихає довше, особливо в місцях розташування крапель. Отже, висихання буде нерівномірним, утворюватимуться плями. Тому рекомендується занурювати плівки в осушувальний розчин, отриманий змішуванням від 5 мл до 10 мл осушувача в 1 л воли. Осушувач зменшує поверхневий натяг води, в результаті чого вода змочує плівку та стікає з неї рівномірно без утворення крапель на поверхні плівки. Плівки необхідно підвішувати на 2 хв для стікання води, а тільки потім поміщати в сушильну шафу. Після виймання плівки з осушувального розчину її не

можна промивати в звичайній воді. Плівка повинна, по можливості, висихати в сушильній шафі або в сухому, вільному від пилу приміщенні. На висохлу плівку не повинні попадати краплі води, оскільки при цьому утворюються плями. Це означає, що мокрі плівки повинні висіти нижче сухих плівок. Плівки висихають скоріше, якщо вони занурювались в осушувальний розчин.

Перш ніж виймати плівки з сушильної шафи, необхідно переконатись в тому, що краї та кути плівки висохли повністю.

Е.11 Для осушення плівок також застосовуються автоматичні роликові осушувачі, здатні осушувати плівки зі швидкістю 14 см/хв. У разі їх застосування плівки повинні фіксуватись в дублячому фіксажі. Осушувачі займають значно менше місця, ніж сушильні шафи.

Е.12 Бачки мають промиватися після кожної заміни розчину для обробки, бажано гарячою водою або мильним розчином. Якщо цього виявиться недостатньо, то пластмасові бачки можна відмити відбілювачем (від 100 мл/л до 120 мл/л води), соляною кислотою (10 мл/л води) або оцтовою кислотою (50 мл/л води). Бачки з корозійностійкої сталі можна відмити азотною кислотою (10 мл/л води). Соляна кислота не повинна використовуватись для промивання бачків з корозійностійкої сталі.

ДОДАТОК Ж
(довідковий)

ДЕФЕКТИ ФОТООБРОБКИ РАДІОГРАФІЧНИХ ЗНІМКІВ

Тип дефекту знімка	Можливі причини
Дефекти проявлення	
Темні або світлі плями	- недостатнє змішування розчину при виявленні
Вуаль	- підсвічування рентгенівської (радіографічної) плівки; - наявність солей міді, олова або солей інших елементів у проявнику; - вплив теплого повітря при частому вийманні знімка з розчину в процесі проявлення
Жовта або дихроїчна вуаль	- виснажений розчин проявника; - занадто тривале проявлення; - занадто висока температура проявника; - забруднення проявника фіксажем
Дефекти фіксування	
Сіро-коричневі плями або смуги	- недостатнє фіксування; - вплив світла при фіксуванні
Жовта або дихроїчна вуаль	- виснажений розчин фіксажу
Білі точки та плями	- недостатнє перемішування розчину при фіксуванні

ДОДАТОК И
(довідковий)

ЖУРНАЛ ПЕРЕВІРКИ РЕНТГЕНІВСЬКОЇ (РАДІОГРАФІЧНОЇ) ПЛІВКИ

Дата перевірки	Тип і дата виготовлення плівки	Термін придатності плівки	Номер партії	Результати перевірки	Прізвище і підпис особи, яка проводила перевірку
1	2	3	4	5	6

ДОДАТОК К
(довідковий)

ЖУРНАЛ ПРИГОТУВАННЯ ФОТОРОЗЧИНІВ

Найменування розчину	Дата приготування розчину, об’єм, л	Прізвище і підпис особи, яка приготувала розчин
1	2	3

ДОДАТОК Л
(обов'язковий)

РОЗШИФРУВАННЯ ЗНІМКІВ З ТЕМНИМИ СМУЖКАМИ, ЯКІ ЗА СВОЇМ ХАРАКТЕРОМ НЕ МОЖУТЬ БУТИ ІНТЕРПРЕТОВАНІ ЯК ЗОБРАЖЕННЯ НЕПРОВАРІВ

Л.1 При виявленні на знімку зварного з'єднання елементів із різнорідних матеріалів, зварного з'єднання, виконаного на підкладній планці (кільце, «ус» тощо) або зварного з'єднання, виконаного аустенітним зварювальним матеріалом, темних смужок, які за своїм характером не можуть бути визначені однозначно як зображення непровару, проводиться металографічне дослідження цього зварного з'єднання на ділянці, на знімку якого виявлено темну смужку (поперечний шліф або пошарова вишліфовка через 0,5 мм із травленням і капілярним контролем кожного шару).

Л.2 Якщо в результаті металографічного дослідження не виявлено внутрішніх дефектів, які могли спричинити появу смужки на знімку, оформляється узгоджене з експертною організацією технічне рішення,. відповідно до якого аналогічні темні смужки на знімках зазначених у рішенні однотипних зварних з'єднань не вважаються ознакою браку при оцінці якості цих з'єднань за результатами контролю, а знімок ділянки, підданої металографічному дослідженню, використовується як знімок-зразок при розшифровці інших знімків цих з'єднань.

Л.3 У таких випадках у журналі результатів контролю і висновку має бути наведене посилання на технічне рішення (із зазначенням його номера та дати). Це рішення, результати металографічного дослідження (акт або протокол, фотографія шліфа тощо) та знімок-зразок повинні зберігатися як додаток до журналу результатів контролю протягом строку, встановленого для цього журналу.

ДОДАТОК М
(обов'язковий)

УМОВНИЙ ЗАПИС НЕСУЦІЛЬНОСТЕЙ ПРИ РОЗШИФРУВАННІ ЗНІМКІВ ТА ДОКУМЕНТАЛЬНОМУ ОФОРМЛЕННІ РЕЗУЛЬТАТІВ РАДІОГРАФІЧНОГО КОНТРОЛЮ

М.1 Для скороченого запису несуцільностей при розшифруванні знімків та документального оформлення результатів контролю повинні використовуватися умовні позначення, наведені в таблиці М.1.

Таблиця М.1 – Умовні позначення для оформлення результатів контролю

Вид несуцільності	Умовне позначення		Характер несуцільності	Умовне позначення	
	Український алфавіт	Латинський алфавіт		Український алфавіт	Латинський алфавіт
Тріщини	Т	E	Тріщина вздовж шва Тріщина впоперек шва Тріщина розгалужена	Тв Твп Тр	Ea Eb Ec
Непровари	Н	D	Непровар у корені Непровар між валиками Непровар по розкриттю (крайок)	Нк Нв Нр	Da Db Dc
Пори	П	A	Окрема пора Ланцюжок Скупчення	П ЛП СП	Aa Ab Ac
Шлакові включення	Ш	B	Окреме включення Ланцюжок Скупчення	Ш ЛШ СШ	Ba Bb Bc
Вольфрамові включення	В	C	Окреме включення Ланцюжок Скупчення	В ЛВ СВ	Ca Cb Cc
Окисні включення	О	O			
Увігнутість кореня шва	Угк	Fa			
Випуклість кореня шва	Впк	Fb			
Підріз	Пдр	Fc			
Зміщення крайок	Зкр	Fd			

М.2 Для скороченого запису максимальної сумарної довжини несуцільностей (на ділянці знімка довжиною 100 мм або на всьому знімку при його довжині менше ніж 100 мм) має використовуватися умовне позначення Σ.

М.3 Після умовного позначення несуцільностей вказуються їх розміри в міліметрах:

– для сферичних пор, шлакових та вольфрамових включень – діаметр;

– для подовжених пор, шлакових та вольфрамових включень – довжина та ширина (через знак множення);

– для ланцюжків, скупчень, окисних включень, непроварів та тріщин – довжина.

М.4 Для ланцюжків, скупчень пор, шлакових і вольфрамових включень після умовного позначення несуцільностей, що входять в ланцюжок або скупчення,

вказуються максимальні діаметр або ширина та довжина цих несуцільностей (через знак множення).

М.5 За наявності на знімку зображень однакових несуцільностей (несуцільностей одного виду з однаковими розмірами) допускається не записувати кожну з несуцільностей окремо, а вказувати перед умовним позначенням несуцільностей їх кількість.

М.6 Після умовного позначення максимальної сумарної довжини несуцільностей (на ділянці знімка довжиною 100 мм) вказується ця довжина в міліметрах.

М.7 За відсутності зображень несуцільностей на знімку, а також у випадках, коли довжина, ширина та сумарна довжина несуцільностей не перевищують заданих максимально допустимих значень, у графах «Оцінка якості» «Журналу обліку результатів радіографічного контролю зварних з'єднань (наплавлень)» та «Висновку (протоколу) за результатами радіографічного контролю зварних з'єднань (наплавлень)» пишеться «задовільно», у протилежному випадку – «незадовільно».

М.8 При виявленні на знімку зображень несуцільності, не зазначених у таблиці М.1, у висновку чи журналі реєстрації результатів контролю слід зазначити повне найменування несуцільностей.

М.9 Після умовного позначення увігнутості та/або випуклості кореня шва вказується умовне позначення символу «<» або «>» із зазначенням в міліметрах максимально допустимого значення за оцінкою якості.

М.10 Приклади скороченого запису несуцільностей при розшифруванні знімків і документальному оформленні результатів радіографічного контролю

М.10.1 На знімку виявлено зображення п'яти пор з діаметром 3 мм кожна та шлакового включення з довжиною 15 мм та шириною 2 мм.

Максимальна сумарна довжина несуцільностей на ділянці знімка довжиною 100 мм становить 20 мм.

Запис у документації: 5П3; Ш15×2; Σ20.

М.10.2 На знімку виявлено зображення двох скупчень пор (довжина кожного скупчення 10 мм, максимальний діаметр пор 0,5 мм) та скупчення шлакових включень (довжина скупчення 8 мм, максимальна довжина та ширина включень 2 мм та 1 мм).

Максимальна сумарна довжина несуцільностей на ділянці знімка довжиною 100 мм становить 18 мм.

Запис у документації: 2С10П0,5; С8Ш2×1; Σ18.

М.10.3 На знімку виявлено зображення двох непроварів довжиною 15 мм кожен і тріщини довжиною 40 мм.

Запис документації: 2Н15; Т40.

М.10.4 На знімку виявлено зображення п'яти пор з діаметром 4 мм кожна та непровар довжиною 20 мм.

Максимальна сумарна довжина пор на ділянці знімка довжиною 100 мм становить 12 мм.

Запис у документації: 5П4; Σ12; Н20.

М.10.5 На знімку, стикового зварного з'єднання з внутрішнім діаметром 145 мм, виявлено зображення випуклості кореня шва з оптичною густиною меншою за оптичну густину зображення на зразку-імітаторі.

Запис у документації: Впк > 2,0.

М.10.6 На знімку зварного з’єднання з товщиною 8 мм, в місці зварювання, виявлено зображення увігнутості кореня шва з оптичною густиною більшою за оптичну густину зображення на зразку-імітаторі.

Запис у документації: Угк > 1,2.

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН

Номер зміни	Номери аркушів				Повідомлення		Підпис	Дата
	змінених	замінених	нових	анульованих	номер повідомлення	к-ть арк.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ДЕРЖАВНА ІНСПЕКЦІЯ ЯДЕРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ З ПИТАНЬ БЕЗПЕКИ ЯДЕРНИХ УСТАНОВОК
вул. Арсенальна, 9/11, м. Київ, 01011, тел.: (044) 277 12 04, факс: (044) 254 33 11
E-mail:pr@snriu.gov.ua, сайт: www.snriu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 21721086

Від _____202__р. №_____ На № 01-16254/03-вих від 17.07.2025 р.

Т.в.о першого віце-президента
– технічного директора,
в.о. члена правління
АТ «НАЕК «Енергоатом»
Олександру ОСТАПОВЦЮ

Директору ДНТЦ ЯРБ
Ігорю ШЕВЧЕНКУ

Про погодження 2-ох СОУ НАЕК

Шановний Олександре Анатолійовичу!

За результатом розгляду повідомляємо, що зауваження державних експертиз ЯРБ (Звіти №№ 24-09-16137, 16411) враховано коректно та в повному обсязі.

Враховуючи вищевикладене, Держатомрегулювання погоджує документи:

- Стандарт акціонерного товариства "Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом". "Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний ультразвуковий. Методика контролю основних матеріалів (напівфабрикатів) СОУ НАЕК 027:2024" (далі – СОУ НАЕК 027:2024);
- Стандарт акціонерного товариства "Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом". "Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний радіографічний. Методика контролю зварних з'єднань і наплавлень СОУ НАЕК 050:2024" (далі – СОУ НАЕК 050:2024).

Цей лист є невід'ємною частиною СОУ НАЕК 050:2024 та СОУ НАЕК 027:2024.

Додатки: 1. СОУ НАЕК 027:2024 - в 1 примірнику;
2. СОУ НАЕК 050:2024 - в 1 примірнику.

З повагою

Заступник директора Департаменту
з питань безпеки ядерних установок–
начальник відділу експлуатаційної безпеки –
державний інспектор **Борис СТОЛЯРЧУК**

Володимир НАЗАРИНА 277-12-22

ДОКУМЕНТ СЕД Держатомрегулювання АСКОД
Сертифікат 3FAA9288358EC003040000003953280 0AAFAD600
Підписувач Столярчук Борис Васильович
Дійсний з 24.07.2024 11:35:38 по 24.07.2026 11:35:38

Держатомрегулювання
15-23/9944-10083 від 12.08.2025