

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
СТАЛЕВІ ВИЛИВКИ ДЛЯ АТОМНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК.
ПРАВИЛА КОНТРОЛЮ**

СОУ НАЕК 084:2023

**НА НАЕК
ОРИГІНАЛ**

**Київ
2023**

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: філією «ВП «Атомремонтсервіс» АТ «НАЕК «Енергоатом»
- 2 РОЗРОБНИКИ: В. Кулаченков
- 3 ЗАТВЕРДЖЕНО: наказ АТ «НАЕК «Енергоатом» від 15.05.2024 № 01-465-Н
ПОГОДЖЕНО: лист Держатомрегулювання від 10.05.2024 № 15-23/6329-5154
- 4 ДАТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ: 01.06.2024
- 5 НА ЗАМІНУ: СОУ НАЕК 084:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля»
- 6 ПЕРЕВІРКА: 01.06. 2029 р.
- 7 КОД КНДК: 2.20.35
- 8 ПІДРОЗДІЛ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ СУПРОВІД НД: інженерно-технічна дирекція виконавчої дирекції з виробництва та ремонтів АТ «НАЕК «Енергоатом»
- 9 МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОРИГІНАЛУ НД: відділ стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління АТ «НАЕК «Енергоатом»

АРКУШ ПОГОДЖЕННЯ СОУ НАЕК 084:2023

Технічне обслуговування та ремонт.

Сталеві виливки для атомних енергетичних установок. Правила контролю

Тимчасово виконуючий обов'язки
першого віце-президента –
технічного директора
«17» 08 2023

Ю. Шейко

Генеральний інспектор –
директор з безпеки
«15» 08 2023

О. Остаповець

Тимчасово виконуючий обов'язки
виконавчого директора з
виробництва та ремонтів
«14» 08 2023

Т. Ткач

Директор з якості та управління


«15» 08 2023

А. Пашко

Тимчасово виконуючий обов'язки
директора інженерно-технічної
дирекції виконавчої дирекції з
виробництва та ремонтів
«14» 08 2023

С. Мар'їн

Начальник відділу стандартизації
департаменту з управління
документацією та стандартизації
дирекції з якості та управління
«14» 08 2023

Ю. Груша

Технічний директор -
головний інженер
ВП «Атомремонтсервіс»
«20» 07 2023

І. Полешко

ВП ЗАЕС

лист № 21-3981/21
від 03.07.2023

ВП РАЕС

лист № 12884/104
від 05.07.2023

ВП ПАЕС

лист № 11/12493
від 14.07.2023

ВП ХАЕС

лист № 36-422/11056
від 04.07.2023

15.08.23
(Кесіс проект.ін)

Ніцаєв С.С. Солов'яков Ю.

Аркуш

В.П. Буряк

Ю. Шейко

ЗМІСТ

1	Сфера застосування.....	5
2	Нормативні посилання.....	5
3	Терміни та визначення понять.....	9
4	Позначки та скорочення.....	10
5	Контроль якості сталевих виливків.....	11
	5.1 Загальні вимоги.....	11
	5.2 Виробнича атестація технології виготовлення виливків.....	13
	5.3 Методи та обсяги контролю якості виливків.....	14
	5.4 Засоби контролю і вимірювань.....	20
	5.5 Оцінка якості виливків.....	20
	5.6 Контроль та оцінка якості крайок литих деталей, що входять до складу зварно-литих конструкцій.....	27
	5.7 Контроль виправлення дефектів у виливках.....	28
	5.8 Контроль режимів термічного оброблення виливків.....	29
	5.9 Маркування.....	30
	5.10 Вимоги до оформлення документації.....	31
6	Кваліфікація персоналу.....	31
7	Вимоги безпеки.....	32
	Додаток А. Схеми відбору зразків.....	33
	Додаток Б. Методика радіографічного контролю виливків.....	37
	Аркуш реєстрації змін.....	47

**СТАНДАРТ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ
«ЕНЕРГОАТОМ»**

Технічне обслуговування та ремонт

**СТАЛЕВІ ВИЛИВКИ ДЛЯ АТОМНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК.
ПРАВИЛА КОНТРОЛЮ**

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт встановлює вимоги до контролю сталевих виливків (включаючи заготовки електрошлакової виплавки) та описує порядок, види, обсяги та методи контролю, норми оцінки якості сталевих виливків на етапах їх виготовлення та приймання.

1.2 Дія цього стандарту поширюється на сталеві виливки, що використовуються при виготовленні обладнання та трубопроводів, відповідно до вимог СОУ НАЕК 158:2020 «Обеспечение технической безопасности. Технические требования к устройству и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР».

1.3 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для включення їх до тендерної документації та/або договору (контракту) зі сторонніми організаціями, які здійснюють діяльність для ДП «НАЕК «Енергоатом».

1.4 Вимоги цього стандарту, в частині неруйнівного контролю, допускається застосовувати на етапах вхідного контролю, експлуатації (у тому числі продовження термінів експлуатації) та ремонту для елементів обладнання та/або трубопроводів АЕС, виготовлених способом лиття, якщо дані вимоги відсутні у відповідних діючих НД (ТУ, ОСТ, та інших стандартів на виготовлення та ремонт).

1.5 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для керівників та персоналу підрозділів, що входять до складу ДП «НАЕК «Енергоатом», які беруть участь у контролі:

- сталевих виливків на етапах їх виготовлення та приймання на підприємстві-виробнику;
- виготовлених способом лиття елементів обладнання та/або трубопроводів АЕС на етапах їх вхідного контролю, експлуатації (продовження термінів експлуатації) та ремонту.

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 084 необхідно користуватися зміненим (заміненим) документом або положення СОУ НАЕК 084 застосовувати без врахування вимог документа, дію якого скасовано

Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 №1314-VII

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

ГОСТ 12359-99 (ИСО 4945-77) «Стали углеродистые, легированные и высоколегированные. Методы определения азота»

ДСТУ ГОСТ 12344:2005 «Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення вуглецю»

ДСТУ ГОСТ 12345:2004 (ISO 671:1982, ISO 4935:1989) «Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення сірки»

ДСТУ ГОСТ 12358:2004 «Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення миш'яку»

ДСТУ ГОСТ 12361:2004 «Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення ніобію»

ДСТУ 2541-94 «Ливарне виробництво. Терміни та визначення»

ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. 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 3830-98 «Корозія металів і сплавів. Терміни та визначення основних понять»

ДСТУ 7642:2014 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення алюмінію»

ДСТУ 7749:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Загальні вимоги до методів аналізу»

ДСТУ 7750:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення загального вуглецю та графіту»

ДСТУ 7751:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення сірки»

ДСТУ 7752:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення фосфору»

ДСТУ 7753:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення кремнію»

ДСТУ 7754:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення марганцю»

ДСТУ 7755:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення миш'яку»

ДСТУ 7756:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення хрому»

ДСТУ 7757:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення міді»

ДСТУ 7758:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення нікелю»

ДСТУ 7759:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення титану»

ДСТУ 7760:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення ванадію»

ДСТУ 7761:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення цирконію»

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

ДСТУ 8781:2018 «Виливки зі сталі. Загальні технічні умови»

ДСТУ 8901:2019 «Сталь та чавун. Методи визначення фосфору»

ДСТУ 8919:2019 «Сталь. Метод фотоелектричного спектрального аналізу»

ДСТУ 8921:2019 «Сталь та чавун. Методи визначення кремнію»

ДСТУ 8922:2019 «Сталь, чавун та сплави. Відбирання та готування проб для визначення хімічного складу»

ДСТУ 8923:2019 «Чавун, сталь, феросплави, хром та марганець металеві. Загальні вимоги до методів аналізування»

ДСТУ 9029:2020 «Сталь аустенітна. Методи визначення вмісту феритної фази в прутках»

ДСТУ 9051:2020 «Виливки із чавуну та сталі. Дефекти. Терміни та визначення понять»

ДСТУ 9055:2020 «Сталь та чавун. Методи визначення марганцю»

ДСТУ 9059:2020 «Сталь та чавун. Методи визначення хрому»

ДСТУ 9152:2021 «Сталь та чавун. Методи визначення молібдену»

ДСТУ 9153:2021 «Сталь та чавун. Методи визначення бору»

ДСТУ 9156:2021 «Сталь та чавун. Методи визначення кобальту»

ДСТУ 9157:2021 «Сталь та чавун. Методи визначення цирконію»

ДСТУ ISO 148-1:2022 (ISO 148-1:2016, IDT) «Металеві матеріали. Випробування на ударний вигин за Шарпі на маятниковому копрі. Частина 1. Метод випробування»

ДСТУ ISO 4942:2014 «Сталь та чавун. Визначання вмісту ванадію. Спектрофотометричний метод з N-ВРНА»

ДСТУ ISO 4945:2008 (ISO 4945:1977, IDT) «Сталь. Визначення азоту спектрофотометричним методом»

ДСТУ ISO 6892-1:2019 (ISO 6892-1:2016, IDT) «Металеві матеріали. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури»

ДСТУ ISO 6892-2:2020 (ISO 6892-2:2018, IDT) «Металеві матеріали. Випробування на розтяг. Частина 2. Метод випробування за підвищених температур»

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

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

ДСТУ EN ISO 3651-2:2005 (EN ISO 3651-2:1998, IDT) «Сталі корозійно тривкі. Визначення тривкості до міжкристалічної корозії. Частина 2. Феритні, аустенітні та феритно-аустенітні (двофазні) сталі. Випробування на корозію у сірчаноокислотних середовищах»

ДСТУ EN ISO 6506-1:2019 (EN ISO 6506-1:2014, IDT; ISO 6506-1:2014, IDT) «Матеріали металеві. Випробування на твердість по Брінеллю. Частина 1. Метод випробування»

ДСТУ EN ISO 9712 (EN ISO 9712:2012, IDT) «Неруйнівний контроль. Кваліфікація та сертифікація персоналу неруйнівного контролю»

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»

СОУ НАЕК 009:2013 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий визуальный и измерительный. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов АЭУ»

СОУ НАЕК 014:2013 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий капиллярный. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов АЭУ»

СОУ НАЕК 027:2014 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий ультразвуковой. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов)»

СОУ НАЕК 050:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий радиграфический. Методика контроля сварных соединений и наплавов»

СОУ НАЕК 066:2022 «Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний магнітопорошковий. Методика контролю основних матеріалів (напівфабрикатів), зварних з'єднань і наплавлень»

СОУ НАЕК 067:2023 «Інженерна, наукова та технічна підтримка. Водно-хімічний режим системи технічного водопостачання відповідальних споживачів АЕС з ВВЕР. Загальні вимоги»

СОУ НАЕК 158:2020 «Обеспечение технической безопасности. Технические требования к устройству и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР»

СОУ НАЕК 159:2020 «Обеспечение технической безопасности. Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР. Технические требования»

СОУ НАЕК 160:2020 «Обеспечение технической безопасности. Контроль качества основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР. Технические требования»

СОУ НАЕК ASTM A262:2023 «Нове будівництво. Standard Practices for Detecting Susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels. Стандартні методи виявлення схильності аустенітних нержавіючих сталей до міжкристалічної корозії»

ПНАЭ Г-7-003-87 «Правила аттестации сварщиков оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»

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

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни, установлені в **ДСТУ 2541**: виливок, лиття; **ДСТУ 2860**: дефект, корозія; **ДСТУ 2960**: контроль; **ДСТУ 3021**: метод неруйнівного контролю; **ДСТУ 8733**: скупчення, несущільність; **ДСТУ ISO 9000**: якість; **ДСТУ 9051**: газова раковина, газова пористість (ситовидна пористість), незлитина (неспай), плена, піщана раковина, пригар, спай (неспай), усадкова раковина, шлакова раковина (шлак); **НП 306.2.227-2020** експертна організація; **СОУ НАЕК 160**: візуальний контроль.

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

3.1 включення

Порожнина в металі виливки, заповнена газом, шлаком або чужорідним металом (використовується в цьому стандарті)

3.2 внутрішня поверхня під сідлами

Механічно не оброблена поверхня, розташована поза робочою поверхнею (клапана, засувки, вузькому спіральному каналі в корпусі насоса та в інших подібних місцях) виконані для виключення тертя неробочої поверхні об робочу поверхню зустрічної деталі (використовується в цьому стандарті)

3.3 геометрична нерізкість

Нерізкість радіографічного зображення, спричинена обмеженістю розміру джерела випромінювання. Її значення також залежить від відстані: джерело випромінювання-об'єкт контролю та об'єкт контролю плівка. Також це називають геометричною розмитістю чи півтінню (ДСТУ EN 1330-3)

3.4 головний зразок

Виріб, виготовлений за новоствореною документацією для застосування замовником з одночасним відпрацюванням конструкції та технічної документації для виробництва та експлуатації таких виробів цієї партії або серії (використовується в цьому стандарті)

**3.5 компенсатор іонізуючого випромінювання,
компенсатор,
приставка-компенсатор,
заповнювач-компенсатор**

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

3.6 міжкристалітна корозія

Корозія, що поширюється границями кристалів (зерен) металу (ДСТУ 3830)

3.7 механічно оброблена поверхня виливки

Змінення геометричного розміру заготовки (її частини) за допомогою механічної обробки (різання, свердлення, точіння, фрезерування, тощо) з метою створення виробу за заданими креслеником розмірами (використовується в цьому стандарті)

3.8 прилив

Деталь прилита до основного виливка (використовується в цьому стандарті)

3.9 пухкість

Дефект у вигляді скупчення дрібних зсідних раковин.

Примітка. Пухкість виявляють під час механічного оброблення виливка чи методами дефектоскопії (ДСТУ 9051)

3.10 радіаційна товщина

Розрахункова сума товщин або довжин всіх проникаючих стінок матеріалу в напрямку робочого променя іонізуючого випромінювання (використовується в цьому стандарті)

3.11 темплет

Плоский зразок, вирізаний з металевого виробу або заготівлі і призначений для виявлення та вивчення на ньому макроструктури виробу (використовується в цьому стандарті)

3.12 чеканка

Виправлення дефектів за допомогою спеціального інструмента - чекана (використовується в цьому стандарті)

3.13 чисті раковини

Відкриті або закриті газові раковини (порожнечі) з чистою і гладкою поверхнею заокругленої форми (використовується в цьому стандарті)

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АЕС	– атомна електрична станція
ВД	– виробнича документація

ВП	– відокремлений підрозділ ДП «НАЕК «Енергоатом»: «Запорізька АЕС», «Південноукраїнська АЕС», «Рівненська АЕС» та «Хмельницька АЕС»
ВТК	– відділ технічного контролю
Держатомрегулювання	– Державна інспекція ядерного регулювання України
ДП «НАЕК «Енергоатом»	– державне підприємство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»
ЕШВ	– електрошлакова виплавка
ЗКіВ	– засоби контролю і вимірювань
Мінекономрозвитку	– Міністерство економічного розвитку і торгівлі України
НД	– нормативний документ

5 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ СТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ

5.1 Загальні вимоги

5.1.1 Контроль якості виливків здійснюється в процесі їх виробництва з метою виявлення та усунення виявлених відхилень від технології їх виготовлення, а також при прийманні виливків.

5.1.2 В процесі виробництва виливків контрольними службами підприємства-виробника контролюються:

- якість шихтових і шлакоутворюючих матеріалів та їх підготовка;
- дотримання вимог проведення процесів виплавки та випуску сталі з печі;
- підготовка розливних ковшів та їх підігрів перед розливанням;
- стан модельної оснастки;
- якість і властивості вихідних формувальних матеріалів;
- якість і властивості формувальних та стрижневих сумішей;
- сушка форм та стрижнів;
- якість збірки форм і тривалість простоювання зібраної форми до заливки;
- температура рідкого металу в ковші перед заливкою;
- тривалість охолодження виливків у формі;
- якість витратних матеріалів (витрачених електродів, затравок, флюсів, зварювальних матеріалів, розкислювачів, модифікаторів) для ведення процесу ЕШВ;
- якість підготовки до роботи оснастки (кристалізатора піддона, інвентарної головки) для ведення процесу ЕШВ;
- дотримання технологічного процесу ЕШВ;
- дотримання вимог відбору проб для визначення механічних властивостей та хімічного складу сталі;
- дотримання вимог проведення термічного оброблення;
- дотримання вимог виконання зварювання при виправленні дефектів та відповідність застосовуваних зварювальних матеріалів згідно з СОУ НАЕК 159;
- кваліфікація зварювальників.

5.1.3 В залежності від призначення обладнання та трубопроводів і умов їх експлуатації, виливки підрозділяються на класи згідно з таблицею 5.1. Клас виливок встановлюється проектною (конструкторською) організацією і зазначається в кресленнику деталі або в замовній документації на виливки.

5.1.4 Виливки піддаються контролю та випробуванням у відповідності до вимог таблиці 5.2.

5.1.5 При проведенні додаткових випробувань, не передбачених цим стандартом, необхідність їх виконання та норми оцінки якості повинні враховуватися в кресленнику або у технічних умовах на постачання виливків та має бути погоджено з підприємством-виробником.

5.1.6 Всі підготовчі та контрольні операції, а також послідовність їх проведення повинні встановлюватися ВД підприємства-виробника.

5.1.7 Оцінка якості виливків здійснюється згідно з вимогами цього стандарту.

5.1.8 Результати контролю повинні відповідати вимогам цього стандарту, а також вимогам відповідної ВД і фіксуватися в журналі технологічних процесів або в інших документах, встановлених підприємством-виробником.

Таблиця 5.1 - Класи сталевих виливків

Клас виливків	Розрахунковий тиск в обладнанні і трубопроводах, МПа	Група обладнання або трубопроводи в яких використовуються литі деталі
1-й	Незалежно від тиску	A
2-й: a b	Понад 5,0 До 5,0 включно	B
3-й: a b c	Понад 5,0 Понад 1,6 до 5,0 включно До 1,6 включно	C

Таблиця 5.2 - Обсяг контролю та випробування виливків

Вид контролю і випробування виливків	Клас виливків					
	1-й	2-й		3-й		
		a	b	a	b	c
Контроль хімічного складу сталі	☉	☉	☉	☉	☉	☉
Випробування на розтягування: – при температурі +20 °C:						
• визначення тимчасового опору R_m	☉	☉	☉	☉	☉	☉
• визначення межі плинності $R_{p0,2}$	☉	☉	☉	☉	☉	☉
• визначення відносного подовження A	☉	☉	☉	c	c	c
• визначення відносного звуження Z	☉	☉	☉	☉	☉	☉
– при підвищеній температурі:						
• визначення тимчасового опору R_m	c	c	c	c	-	-
• визначення межі плинності $R_{p0,2}$	☉	☉	☉	☉	-	-
• визначення відносного звуження Z	c	c	c	-	-	-

Продовження таблиці 5.2

Вид контролю і випробування виливків	Клас виливків					
	1-й	2-й		3-й		
		a	b	a	b	c
Випробування на ударний вигин при температурі + 20 °С (за винятком заготовок ЕШВ зі сталі аустенітного класу)	©	©	©	c	c	c
Контроль твердості виливків	©	c	-	-	-	-
Контроль корозійних властивостей сталей аустенітного класу і високохромистих сталей	©	©	©	©	©	©
Контроль вмісту феритної фази в сталі аустенітного класу	©	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Візуальний контроль. Контроль маси виливків	©	©	©	©	©	©
Контроль виливків капілярним або магнітопорошковим методом	©	©	©	©	©	©
Радіографічний або ультразвуковий контроль виливків	©	©	©	Δ	-	-
Контроль виливків гідравлічним тиском	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Контроль зварюваних крайок (крайки під зварювання)	©	©	©	©	©	©
Примітка. © - контроль та випробування, за результатами яких проводиться приймання виливків; c - контроль та випробування, результати є інформаційними та включаються до сертифіката; Δ - контроль та випробування, що проводяться за вимогами кресленника.						

5.2 Виробнича атестація технології виготовлення виливків

5.2.1 Промислове виготовлення виливків допускається тільки після відпрацювання технологічного процесу на дослідних виливках, перевірки їх якості та за наявності акта на впровадження ливарної технології.

5.2.2 Всі дослідні виливки перевіряються на відповідність їх розмірів вимогам кресленника шляхом контрольної розмітки. При незадовільних результатах розмітки модельної оснастки, виправляється і проводиться коригування ливарного технологічного процесу.

5.2.3 Кожна дослідна виливка повинна підлягати контролю в повному обсязі всіма методами випробувань, зазначеними в конструкторській документації та згідно з таблицею 5.2 для виливків цього класу. Контроль виконується відповідно до 5.3 цього стандарту.

5.2.4 У разі неможливості проведення контролю окремих місць дослідних виливків неруйнівними методами їх контроль повинен виконуватися методом вирізки і дослідження темплетів. Кількість і схема вирізки темплетів встановлюються підприємством-виробником за погодженням з проектною (конструкторською) організацією.

5.2.5 Оцінка якості дослідних виливків здійснюється підприємством-виробником відповідно до вимог цього стандарту та конструкторської документації.

5.2.6 Дослідні виливки при дотриманні всіх вимог цього стандарту і технічних умов на постачання дозволяється використовувати за призначенням.

5.2.7 В процесі виготовлення та дослідження дослідних виливків встановлюються місця, недоступні для контролю неруйнівними методами. Встановлені місця вказуються в конструкторській документації.

5.2.8 Ливарний технологічний процес вважається завершеним і оформляється актом на впровадження його у виробництво, якщо кількість і розміри несущальностей, виявлених у дослідних виливках неруйнівними методами контролю, а також вирізанням і дослідженням темплетів, не перевищують норм, встановлених цим стандартом і технічними умовами на постачання виливків.

5.2.9 В разі неможливості відпрацювання ливарного технологічного процесу до рівня, що забезпечує виготовлення дослідних виливків, які задовольняють вимоги згідно з 5.2.8 цього стандарту за внутрішніми несущальностями, проектною організацією спільно з підприємством-виробником має бути переглянута конструкція деталі з метою підвищення її технологічності при виготовленні литтям або іншим способом формоутворення. Відпрацювання ливарного технологічного процесу для деталі переглянутої конструкції має проводитися заново.

5.2.10 У випадках, коли неможливо підвищити технологічність литої деталі або виготовити її зварно-литою, внутрішні дефекти в штатних виливках необхідно виправляти до стану, що відповідає вимогам цього стандарту.

5.2.11 Акт на впровадження ливарного технологічного процесу у виробництво складається підприємством-виробником та затверджується його технічним керівництвом.

5.2.12 За результатами виготовлення головного зразка виливки складається акт про запуск його у виробництво, який для виливків 1-го та 2-го класів погоджується з Держатомрегулювання.

5.3 Методи та обсяги контролю якості виливків

5.3.1 Контроль хімічного складу металу

5.3.1.1 Перевірка відповідності хімічного складу металу виливків вимогам технічних умов на їх постачання, за винятком заготовок ЕШВ, проводиться на пробах, які відбираються від кожної плавки відповідно до ДСТУ 8922. Проби слід маркувати номером або кодом плавки.

5.3.1.2 Перевірка відповідності хімічного складу металу заготовок ЕШВ вимогам технічних умов на їх постачання здійснюється:

- для виливків 1-го класу - на кожній заготовці;
- для виливків 2-го класу - на двох заготовках з партії;
- для виливків 3-го класу - на одній заготовці з партії.

Партія повинна складати не більше 25 заготовок, виплавлених з електродів одного розміру, однієї вихідної плавки, за однаковим технологічним процесом. Допускається включати в партію заготовки, кожна з яких виплавлена з електродів однієї марки сталі двох різних плавок при однаковому розташуванні їх в пакеті і однаковому процесі плавки.

5.3.1.3 Проби для визначення хімічного складу металу заготовок ЕШВ повинні відбиратися зі спеціального припуску для відбору проб. Для заготовок ЕШВ 2-го і 3-го класу допускається відбирати проби з припуску на механічне оброблення на глибині не менше 3 мм від поверхні виливки.

5.3.1.4 Хімічний склад матеріалу виливки визначається згідно з ГОСТ 12359, ДСТУ ГОСТ 12344, ДСТУ ГОСТ 12345, ДСТУ ГОСТ 12358, ДСТУ ГОСТ 12361, ДСТУ 7642, ДСТУ 7749, ДСТУ 7750, ДСТУ 7751, ДСТУ 7752, ДСТУ 7753, ДСТУ 7754, ДСТУ 7755, ДСТУ 7756, ДСТУ 7757, ДСТУ 7758, ДСТУ 7759, ДСТУ 7760, ДСТУ 7761, ДСТУ 8901, ДСТУ 8921, ДСТУ 8923, ДСТУ 9055, ДСТУ 9059, ДСТУ 9152, ДСТУ 9153, ДСТУ 9156, ДСТУ 9157, ДСТУ ISO 4942, ДСТУ ISO 4945.

Допускається використання методу фотоелектричного спектрального аналізу відповідно до ДСТУ 8919 або за погодженням з експертною організацією, інших методів за умови забезпечення точності визначення хімічного складу цього матеріалу, встановленого зазначеними стандартами.

5.3.1.5 Арбітражний аналіз проводиться лише методами, встановленими стандартами, зазначеними у 5.3.1.4.

5.3.2 Контроль механічних властивостей металу

5.3.2.1 Механічні властивості металу визначаються на зразках, що відбираються після остаточного термічного оброблення способом, що забезпечує термічний вплив на структуру і властивості зразків, що не перевищує термічний вплив від механічного або анодно-механічного способу різання (механічним, анодно-механічним, електроерозійним, гідроабразивним та іншими способами різання).

5.3.2.2 Відбір зразків для визначення механічних властивостей металу виливків, за винятком виливків ЕШВ, повинен проводитися згідно таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Порядок відбору заготовок зразків для контролю механічних властивостей металу

Клас сталі	Клас виливки	Товщина стінки виливки S , мм	Відбір заготовок зразків
Високохромистий і аустенітний	1-й, 2-й, 3-й	Без обмежень	Проба за ДСТУ 8781 або від окремо вилитої або приливої проби
Перлітний	3-й	Без обмежень	Проба за ДСТУ 8781
	1-й, 2-й	до 50 включно	
	1-й, 2-й	понад 50	Від спеціального припуску на виливку (рисунки А.1 і А.2 додаток А) або від окремо вилитої (рисунок А.3) або приливої (рисунки А.4 і А.5) проби

5.3.2.3 Окремо вилита або прилита проба для сталей аустенітного класу і високохромистих сталей повинна мати переріз $S \times S$, де S - розрахункова товщина стінки виливки у стані термічного оброблення, що визначає вибір матеріалу. Визначальна стінка вказується проектною організацією в межах литої деталі.

Для сталей перлітного класу розмір однієї зі сторін проби повинен бути не меншим за розрахункову товщину стінки S , а розміри двох інших сторін - не менші за потрібну її товщину $3S$.

Приклад відбору зразків зі спеціального припуску наведено на рисунках А.1 і А.2 (додаток А), а з окремо вилитої і приливої проби розмірами $3S \times 3S \times S$ - на рисунках А.3-А.5 (додаток А).

5.3.2.4 Окремо вилита проба повинна бути тієї ж плавки, виготовлена тим же способом і піддаватися термічному обробленню в тому ж садку і за тим же режимом, що і вилівка, яка перевіряється.

5.3.2.5 Відбір зразків для визначення механічних властивостей металу з темплету, вирізаного зі спеціального припуску на термічно обробленому виливці, необхідно виробляти так, щоб від будь-якої точки поверхні припуску поздовжній вісі зразків проходили на відстані, що дорівнює $1/4$ товщини стінки, а центр зразків (середина довжини) знаходився від торцевої поверхні припуску на відстані, не меншій товщини стінки.

5.3.2.6 Відбір зразків для визначення механічних властивостей металу з окремо вилитої або приливої термічно обробленої проби розмірами $3S \times 3S \times S$ необхідно здійснювати так, щоб поздовжні вісі зразків проходили на відстані, рівній $1/4$ товщини стінки від поверхні проби, а центр зразків (середина довжини) знаходився від найближчого торця проби на відстані, не меншій товщини стінки.

5.3.2.7 Положення зразків при їх відборі з окремо вилитої або приливої проби розмірами $S \times S$ не регламентується.

5.3.2.8 Відбір зразків для визначення механічних властивостей металу заготовок ЕШВ зі сталі всіх класів повинен виконуватися відповідно до 5.3.2.1 зі спеціального припуску на виливки. Припуск для відбору зразків повинен вказуватися в кресленні виливків. Приклад відбору зразків наведено на рисунку А.2 (додаток А).

Відбір зразків від заготовок ЕШВ зі сталі перлітного класу з товщиною стінки S понад 50 мм проводиться з дотриманням вимог 5.3.2.5 - 5.3.2.10. Відступ від цих вимог з урахуванням конфігурації та розмірів виливка, а також виду термічного оброблення допускається за погодженням з експертною організацією.

Положення зразків не регламентується для виливків ЕШВ зі сталей аустенітного класу, а також вуглецевих, кремнемарганцевих і високохромистих сталей.

5.3.2.9 Схема відбору зразків для визначення механічних властивостей металу виливків розробляється підприємством-виробником та зазначається в ВД.

5.3.2.10 Вимоги 5.3.2.5 і 5.3.2.6 можуть бути виконані із застосуванням теплового буфера, який може представляти собою продовження торцевої частини темплету для відбору зразків на величину, рівну товщині стінки, шляхом подовження цієї торцевої частини при литті або приєднання до неї зварюванням з частковим проплавленням окремо виготовленого буфера товщиною, рівною товщині стінки зі сталі аналогічного класу.

5.3.2.11 Випробування механічних властивостей повинні проводитися на зразках з приливої або окремо відливої проби розмірами $S \times S$ і $3S \times 3S \times S$ - при контролі кожної плавки, на зразках зі спеціального припуску на відливці та з приливої проби розмірами $3S \times 3S \times S$ - при контролі кожної виливка на зразках зі спеціального припуску на заготівлі ЕШВ - в обсязі, встановленому в 5.3.1.2 для перевірки хімічного складу металу.

5.3.2.12 Визначення механічних властивостей металу під час випробування на розтяг при температурі від 10°C до 35°C проводяться згідно з ДСТУ ISO 6892-1 на двох циліндричних зразках $d=5, 10$ мм відповідно до таблиці D.1 ДСТУ ISO 6892-1.

5.3.2.13 Випробування на розтяг при робочих температурах для виливків, які працюють при температурі середовища вище 100°C повинні проводитися згідно з ДСТУ ISO 6892-2 на двох циліндричних зразках $d_0 = 6, 10$ мм відповідно до таблиці A.3 ДСТУ ISO 6892-2.

Якщо значення робочої температури литої деталі, зазначене в конструкторській документації, не збігається зі значенням температури випробування, наведеній в технічних умовах на постачання виливків, то випробування зразків на розтяг слід виконувати при найближчій більшій температурі, зазначеній у технічних умовах.

5.3.2.14 Випробування на ударний вигин проводиться відповідно до ДСТУ ISO 148-1 на трьох зразках з V-подібним надрізом для сталей перлітного та високохромистого класу і на трьох зразках U-подібним надрізом для сталі аустенітного класу.

5.3.2.15 Твердість металу виливків необхідно визначати за ДСТУ EN ISO 6506-1 після остаточного термічного оброблення, при цьому твердість виливків зі сталі аустенітного класу не контролюється. Допускається твердість визначати переносними приладами.

5.3.2.16 Місця і кількість вимірювань (не менше трьох) твердості повинні зазначатися в ВД.

5.3.2.17 Твердість повинна контролюватися на поверхні виливків, попередньо зачищеної від окалини та знеуглецьованого шару.

5.3.3 Контроль корозійних властивостей сталей аустенітного класу і високохромистих сталей

5.3.3.1 Контроль корозійних властивостей повинен здійснюватися:

– для сталі аустенітного класу - випробуванням на стійкість проти міжкристалітної корозії;

– для високохромистої сталі - випробуванням на визначення швидкості корозії.

5.3.3.2 Корозійні властивості металу визначаються на зразках, що відбираються відповідно до вимог таблиці 5.3 та 5.3.2.8 для заготовок ЕШВ. При цьому положення зразків при відборі проб зі спеціального припуску не регламентується.

5.3.3.3 Зразки для випробування металу виливків на стійкість проти міжкристалітної корозії виготовляються відповідно до ДСТУ EN ISO 3651-2, СОУ НАЕК ASTM A262.

5.3.3.4 Випробування на стійкість проти міжкристалітної корозії виконується для кожної плавки та зварних з'єднань із сталі аустенітного класу у зварно-литих конструкціях відповідно до ДСТУ EN ISO 3651-2, СОУ НАЕК ASTM A262.

5.3.3.5 Виготовлення зразків та випробування на визначення швидкості корозії високохромистих сталей кожної плавки та зварних з'єднань із високохромистих сталей у зварно-литих конструкціях здійснюється відповідно до додатка Б СОУ НАЕК 067.

5.3.3.6 Якщо виливки зі сталей аустенітного класу і високохромистих сталей після зварювання піддаються додатковому термічному обробленню, то заготовки, з яких відбираються зразки, перед випробуванням на стійкість проти міжкристалітної

корозії і перед визначенням швидкості корозії слід піддавати тому ж термічному обробленню.

5.3.4 Контроль вмісту феритної фази в сталі аустенітного класу

5.3.4.1 Визначення вмісту феритної фази в сталі аустенітного класу проводиться згідно з ДСТУ 9029.

5.3.4.2 Відбирання зразків для визначення вмісту феритної фази необхідно здійснювати згідно з розділом 2 ДСТУ 9029.

5.3.5 Візуальний контроль. Контроль маси виливків

5.3.5.1 Візуальному контролю піддається вся поверхня (особливо місця радіусних переходів) кожного виливка.

5.3.5.2 Вимірювання та контроль маси виливка проводиться з використанням універсальних вимірювальних інструментів та ваговимірювального обладнання.

5.3.5.3 Оцінка якості механічно не оброблених поверхонь виливків на підприємстві-виробнику повинна виконуватися за еталонами якості поверхні. Еталонами якості поверхні можуть служити будь-які виливки або їхні частини.

На поверхні виливка або його частини, що служить еталоном якості поверхні, не допускаються: пригар, неспаї, піщані та шлакові включення, поверхневі складки, плени, тріщини, незглажені насічки від зубила.

Контроль виливків візуальним методом необхідно виконувати згідно з вимогами національних стандартів та/або згідно з вимогами СОУ НАЕК 009.

5.3.5.4 Затвердження еталонів має здійснюватися на підставі вимог цього стандарту начальником відділу технічного контролю та головним металургом підприємства-виробника (за необхідності для затвердження еталонів може залучатися експертна організація).

5.3.5.5 При контролі металу виливків у ВП АЕС підготовка поверхонь під контроль неруйнівними методами виконується відповідно до вимог діючих нормативних документів на відповідний метод контролю. Розташування, розміри та кількість контрольованих ділянок визначається ВП АЕС залежно від цілей виконуваного контролю (вхідний контроль металу, експлуатаційний контроль металу, тощо) та зазначається у відповідних картах контролю металу або в інших документах, прийнятих у ВП АЕС (відомості технічного контролю, формуляри, програми тощо).

5.3.6 Контроль капілярним або магнітопорошковим методом

5.3.6.1 Контроль виливків капілярним або магнітопорошковим методом необхідно виконувати згідно з вимогами національних стандартів та/або згідно з вимогами СОУ НАЕК 014 та СОУ НАЕК 066 відповідно.

5.3.6.2 Контроль капілярним або магнітопорошковим методом виливків класів 1 і 2а проводиться по всій доступній для контролю поверхні (місця, недоступні для контролю, повинні зазначатися в конструкторській документації), всіх інших виливків - в місцях радіусних переходів, а також в місцях, зазначених у конструкторській документації, на поверхнях при візуальному контролі яких оцінка результатів викликає сумніви. Контроль поверхонь виливків зі сталей перлітного класу і високохромистих сталей після дробоструменевого оброблення повинен здійснюватися тільки магнітопорошковим методом.

5.3.6.3 Контролю піддаються виливки після їх остаточного оброблення (термічного, механічного).

5.3.7 Контроль радіографічним та ультразвуковим методом

5.3.7.1 Контроль виливків необхідно проводити:

- радіографічним методом - за методикою, викладеною в додатку Б цього стандарту;
- ультразвуковим методом - згідно з вимогами національних стандартів та/або згідно з вимогами СОУ НАЕК 027.

5.3.7.2 Виливки класів 2b і 3a для контролю пред'являються партіями, в кожену з яких включаються виливки однієї плавки, виготовлені по одному кресленнику і пройшли термічне оброблення за одним режимом (з однаковою швидкістю нагріву та охолодження). При цьому максимальний розмір партії не повинен перевищувати 20 виливків.

При розмірі партії менше як 5 виливків для класів 2b і 3a контролюється один вилівок. У заявці на проведення контролю повинні бути вказані номер плавки і кількість виливків.

5.3.7.3 Радіографічний або ультразвуковий контроль виливків здійснюється:

- в повному обсязі кожного виливка - для виливків класів 1 і 2a;
- в повному обсязі кожного контрольованого виливка (не менше 50% виливків партії, що пред'являється) - для виливків класу 2b;
- на вимогу кресленника або замовної документації в повному обсязі кожного контрольованого виливка (не менше 20% виливків партії, що пред'являється) - для виливків класу 3a;
- обсяг кожної контрольованої заготовки ЕШВ - на вимогу конструкторської або замовної документації.

5.3.7.4 Ультразвуковий контроль виливків класів 2 і 3a в місцях, позначених в кресленнику або в замовній документації, таких як приливи, фланці, ребра, рами та інші подібні елементи, дозволяється не виробляти.

5.3.7.5 Оцінка якості виливків всієї партії виконується за результатами контролю виливків, що представляють цю партію. Вибір виливків-представників здійснюється відділом технічного контролю.

5.3.7.6 У разі виявлення внутрішніх несутільностей або включень хоча б в одній контрольованій виливці класів 2b і 3a, що перевищують встановлені цим стандартом норми, контролю піддаються всі виливки партії, що пред'являється.

5.3.7.7 Перед радіографічним контролем припуск на сторону при остаточному механічному обробленні допускається залишати:

- до 2 мм включно - для стінок товщиною до 10 мм включно;
- не більше 20% товщини - для стінок товщиною понад 10 мм до 150 мм включно;
- до 30 мм включно - для стінок товщиною понад 150 мм.

5.3.8 Контроль гідравлічним випробуванням

Гідравлічне випробування виливків має виконуватися відповідно до вимог СОУ НАЕК 158.

5.4 Засоби контролю і вимірювань

5.4.1 Для контролю слід застосовувати установки та апаратуру, які мають відповідати вимогам національних стандартів та документів Компанії, зазначених у розділах 11, 12 СОУ НАЕК 160.

5.4.2 Перевірку технічного стану засобів контролю (п'єзоелектричних перетворювачів, дефектоскопів, еталонів чутливості тощо) проводять відповідно до вимог, викладених у стандартах Компанії (СОУ НАЕК) на методи контролю.

5.4.3 Метрологічне забезпечення ЗКіВ повинно здійснюватись у відповідно до вимог Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» та СОУ НАЕК 011.

5.4.4 Метрологічне підтвердження ЗКіВ слід проводити періодично за графіком, складеному відповідно до встановлених міжповірочними/міжкалібровочними інтервалами, а також після ремонту.

5.4.5 ЗКіВ повинні мати документи про метрологічне підтвердження виданий:

- метрологічними центрами, калібрувальними лабораторіями акредитованими національним органом України з акредитації в установленому порядку відповідно до вимог ДСТУ EN ISO/IEC 17025;
- метрологічними службами ВП АЕС які прийшли оцінювання та визнання вимірювальних можливостей відповідно до положення ПЛ-Д.0.03.037, СОУ НАЕК 011.

5.4.6 Дозволяється застосування ЗКіВ, не зазначених у нормативних документах на відповідний вид контролю, якщо це допускається інструкцією з експлуатації цих ЗКіВ, їх похибка виміру не перевищує похибки ЗКіВ, встановлених у діючих нормативних документах.

5.5 Оцінка якості виливків

5.5.1 Хімічний склад і механічні властивості

5.5.1.1 Хімічний склад і механічні властивості металу виливків повинні задовольняти вимоги кресленика і технічних умов на постачання виливків.

5.5.1.2 Контрольовані показники механічних властивостей наведені в таблиці 5.2.

5.5.1.3 У разі отримання незадовільних результатів випробувань механічних властивостей - випробування проводять повторно в подвійній кількості зразків того виду, який показав незадовільні результати. При незадовільних результатах повторного випробування хоча б одного зразка вилівка разом з пробними окремо вилитими або прилитими брусками і темплетами для відбору зразків, вони піддаються повторному термічному обробленню. При цьому темплети для відбору зразків разом з тепловим буфером, а також прилиті бруски приварюються на прихвати до виливків у тому місці, де вони перебували до відрізки.

Для заготовок ЕШВ допускається проведення випробувань механічних властивостей кожної заготовки партії.

Після повторного термічного оброблення або відпуски контролюються всі механічні властивості згідно таблиці 5.2. При незадовільних результатах випробувань після повторного термічного оброблення вилівка вважаються невідповідними вимогам цього стандарту.

5.5.1.4 Кількість повних термічних оброблень має бути не більше трьох. Кількість відпуску не обмежується.

5.5.1.5 Випробування вважаються недійсними, якщо їх результати не відповідають вимогам через:

- неправильність встановлення зразка в захоплення або порушення встановленої швидкості навантаження;
- наявність ливарного дефекту або дефекту, отриманого при виготовленні зразка;
- руйнування зразка за межами розрахункової довжини.

У таких випадках випробування повторюють на нових зразках, відібраних у тій же кількості.

5.5.1.6 Твердість виливків повинна задовольняти вимогам технічних умов на виготовлення виливків зі сталі відповідної марки або вимогам, вказаних у кресленнику.

5.5.1.7 При незадовільних результатах заміру твердості випробування здійснюються повторно, число вимірювань подвоюється.

5.5.1.8 При незадовільних результатах випробувань твердості, отриманих після проведення повторних випробувань, але при позитивних результатах випробувань механічних властивостей металу, рішення про допуск виливків у виробництво приймається відповідно до технічного рішення представників проектної організації, підприємства-виробника, замовника, експертної організації та Держатомрегулювання.

5.5.2 Корозійні властивості сталей аустенітного класу і високохромистих сталей

5.5.2.1 Оцінка результатів випробувань на міжкристалітну корозію сталей аустенітного класу і металу шва їх зварних з'єднань виконується за ДСТУ EN ISO 3651-2.

5.5.2.2 При виявленні хоча б на одному зразку схильності до міжкристалітної корозії здійснюється повторне випробування подвоєної кількості зразків.

5.5.2.3 У підприємства-виробника при незадовільних результатах повторного випробування хоча б на одному зразку вилівка зі сталей аустенітного класу допускається піддавати їх повторному термічному обробленню разом з пробами для відбору зразків, після чого випробування на міжкристалітну корозію повторюються з обов'язковим визначенням механічних властивостей. Кількість повторних термічних оброблень має бути не більше трьох.

Якщо після третього термічного оброблення сталь має схильність до міжкристалітної корозії, то вилівки цієї плавки бракуються.

5.5.2.4 Оцінка результатів випробування на швидкість загальної корозії високохромистих сталей і металу шва їх зварних з'єднань виконується за документацією експертної організації. При виявленні хоча б на одному зразку вилівка з високохромистих сталей перевищення норми швидкості корозії, зазначеної в документації експертної організації, допускається проведення випробування на подвоєній кількості зразків або виливок піддається повторному термічному обробленню, після чого випробування на швидкість загальної корозії слід проводити знову з обов'язковим визначенням механічних властивостей.

5.5.2.5 При незадовільних результатах повторних випробувань хоча б на одному зразку вилівка з високохромистої сталі разом з пробами для відбору зразків піддаються повторному термічному обробленню (відпуску або повному термічному обробленню), після чого визначаються швидкість загальної корозії і механічні властивості. Кількість повних термічних оброблень має бути не більше трьох, кількість відпусків не обмежується.

Якщо після третього повного термічного оброблення високохромиста сталь показує перевищену норму швидкості корозії, зазначену в документації експертної організації, то вилівки цієї плавки бракуються.

5.5.3 Вміст феритної фази в сталях аустенітного класу

Вміст феритної фази в сталях аустенітного класу має відповідати вимогам технічних умов на постачання виливків.

5.5.4 Візуальний контроль. Контроль маси виливків

5.5.4.1 Розміри, маса виливків повинні відповідати вимогам креслеників і технічних умов (поверхня - еталону якості відповідно до вимог 5.3.5.3 цього стандарту), а також вимогам діючих стандартів на вилівки.

5.5.4.2 Допустимі відхилення розмірів та маси виливків повинні відповідати вимогам креслеників і технічних умов на їх виготовлення.

5.5.4.3 На механічно не оброблюваній поверхні окремих важкодоступних місць вилівки (внутрішня поверхня під сідлами клапанів, засувок, вузькі спіральні канали в корпусах насосів та інші подібні місця) допускається наявність окремих ділянок з щільно приставшим металізованим пригаром. Допустимість таких ділянок та їх розміри повинні позначатися в кресленику або в замовній документації на вилівки.

5.5.4.4 На механічно не оброблюваній внутрішній поверхні виливків, що стикається з робочим середовищем і не піддається капілярному контролю, наявність пригару (крім випадків, зазначених в 5.5.4.3), піщаних і шлакових включень, тріщин, пористої поверхні, незгладжених насічок не допускається.

Допускаються розосереджені чисті раковини максимальним розміром не більше 2 мм в кількості не більше трьох на площі розміром 100 см² при відстані між ними не менше 10 мм.

5.5.4.5 На інших механічно не оброблених поверхнях, що не піддаються капілярному контролю, допускаються без виправлення окремі чисті раковини максимальним розміром не більше 4 мм і глибиною не більше 15 % номінальної товщини стінки вилівка, але не більше 3 шт. на площі 100 см², і згладжені насічки від зубил.

Глибина розташування раковин встановлюється контрольною зачисткою одного місця (за вказівкою відділу технічного контролю) на ділянці розмірами 100 мм×100 мм. При цьому число ділянок для заміру глибини раковин на вилівку не повинно бути більше трьох.

5.5.4.6 На механічно не оброблюваній поверхні заготовок ЕШВ допускаються без виправлення видимі візуально несуттєвості (крім тріщин, надривів, напливів, несплавлень) округлої або подовженої форми, розміри яких не перевищують зазначених у таблиці 5.4, а також нерівності, виступи, западини висотою або глибиною, максимальний розмір яких не більше 3 мм.

5.5.4.7 Оцінка якості механічно оброблених поверхонь виливків на конкретний елемент обладнання чи трубопроводу повинна виконуватися згідно вимог конструкторської документації, технічних умов та стандартів на виготовлення даного обладнання або трубопроводу.

5.5.4.8 Допускаються розміри несучільностей на різбових поверхнях (крім тріщин) відповідно до вимог креслеників, НД на виготовлення відповідних виробів зі сталевих виливків (корпусів арматури, корпусів насосів тощо). У випадках, що не розглядаються у кресленику, допускаються без виправлення видимі поодинокі несучільності (крім тріщин) розміром не більше одного кроку різьби, протяжністю не більше 2 мм. Несучільності, розташовані ближче, ніж через два кроки різьби, не допускаються.

5.5.4.9 Виливки, які мають газову (ситоподібну) пористість, не допускаються до виправлення і бракуються.

Таблиця 5.4 - Норми оцінки якості при візуальному контролі

Номинальна товщина контрольованих елементів заготовок, мм	Максимально допустимий розмір несучільності, мм	Максимально допустима кількість несучільностей на будь-якій прямокутній ділянці поверхні площею 40 см ² зі стороною не більше 150 мм
До 25 включно	1,0	3
Понад 25 до 50 включно	1,5	4
Понад 50 до 100 включно	1,5	5
Понад 100 до 300 включно	2,0	6
Понад 300	2,0	7
Примітка. Несучільності з максимальним розміром до 0,5 мм включно не враховуються.		

5.5.5 Капілярний або магнітопорошковий контроль

5.5.5.1 Наявність несучільностей на поверхні виливків, контрольованих капілярним або магнітопорошковим методами, визначається за індикаторними слідами.

Під індикаторним слідом при капілярному контролі слід розуміти слід, утворений індикаторним пенетрантом на шарі проявника, а при контролі магнітопорошковим методом - видиму довжину валика осадження магнітного порошку над несучільністю.

5.5.5.2 При оцінці поверхневих несучільностей у виливках фіксації підлягають індикаторні сліди розміром понад 1 мм.

5.5.5.3 Не допускаються:

- тріщини;
- будь-які лінійні індикаторні сліди максимальним розміром більше 10 % S+1 мм включно (S - номінальна товщина стінки виливки в мм) для стінки номінальною товщиною до 20 мм включно;
- будь-які лінійні індикаторні сліди максимальним розміром більше $3+0,05 \times (S - 20)$ мм включно для стінки номінальною товщиною від 20 мм до 60 мм включно і більше 5 мм для стінки номінальною товщиною понад 60 мм;

- будь-які округлі індикаторні сліди максимальним розміром понад 30 % номінальної товщини стінки вилівка включно для стінки номінальною товщиною до 15 мм включно, і 5 мм включно для номінальної товщини стінки понад 15 мм;
- більше трьох індикаторних слідів, розташованих на одній лінії на відстані менше 2 мм один від одного (відстань вимірюється по найближчих краях індикаторних слідів);
- понад дев'ять індикаторних слідів у будь-якому прямокутнику площею 40 см², найбільший розмір сторони якого не перевищує 150 мм.

При цьому лінійним вважається індикаторний слід, з відношенням його максимального розміру до максимальної ширини більше 3.

5.5.5.4 На остаточно оброблених ділянках під ущільнювальні поверхні не допускаються несущільності, індикаторні сліди яких мають максимальний розмір 1 мм і більше, не залежно від їх кількості, якщо на цей рахунок немає особливих вказівок у кресленнику.

5.5.5.5 Виливки, які мають газову (ситоподібну) пористість, не допускаються до виправлення і бракуються.

5.5.6 Ультразвуковий контроль

5.5.6.1 До несущільностей, виявлених ультразвуковим контролем, які не потребують виправлення, відносяться одиночні непротяжні несущільності, проєктовані на будь-якій ділянці поверхні введення ультразвуку розмірами 200 мм × 300 мм, якщо їх кількість і еквівалентна площа не більше, а відстань між несущільностями не менше значень, зазначених у таблиці 5.5. При менших розмірах ділянки поверхні введення ультразвуку кількість несущільностей повинна бути зменшена по відношенню до встановленої в таблиці 5.5 пропорційно відношенню площ цієї ділянки і ділянки розмірами 200 мм × 300 мм.

5.5.6.2 У разі виявлення при ультразвуковому контролі несущільностей, що перевищують норми, наведені в таблиці 5.5, або викликають при контролі прямим перетворювачем ослаблення донного сигналу до рівня фіксації, вилівок або окрема його ділянка можуть піддаватися додатковому радіографічному контролю. Якщо виявлена радіографічним методом несущільність не перевищує встановлених у таблиці 5.6 та 5.7 норм, то остаточне рішення за результатами спільного контролю приймається виробником за погодженням з експертною організацією.

Таблиця 5.5 - Норми оцінки якості при ультразвуковому контролі

Номінальна товщина стінки вилівка, мм	Мінімально фіксована еквівалентна площа одиночної несущільності мм ²	Максимально допустима еквівалентна площа одиночної несущільності, мм ²	Допустиме число фіксованих одиночних несущільностей на будь-якій ділянці розміром 200x300мм, шт		Мінімальна відстань між одиночними несущільностями, мм	
			Клас вилівки			
			1, 2a	2b, 3	1, 2a	2b, 3
До 50 включно	10	20	12	15	15	10
Понад 50 до 100 включно	15	30	12	15	25	15
Понад 100 до 300 включно	20	40	12	15	25	15
Понад 300	30	50	12	15	25	15

5.5.7 Радіографічний контроль

5.5.7.1 При оцінці якості виливків за результатами радіографічного контролю враховуються несущільності розміром:

- більше 1 мм - для виливків з номінальною товщиною стінки до 50 мм включно;
- 2% номінальної товщини стінки вилівка - для виливків з номінальною товщиною стінки понад 50 мм.

5.5.7.2 Несущільності, розміри та кількість яких перевищують наведені в таблицях 5.6 та 5.7, не допускаються.

5.5.7.3 При розшифровці радіографічних знімків не враховуються видимі на них і допускаються без виправлення поверхневі дефекти та окремі поверхневі нерівності, пов'язані з виправленням дефектів або зачисткою поверхні.

5.5.7.4 У разі, якщо на одному і тому ж радіографічному знімку зафіксовані несущільності типу газових раковин, піщаних і шлакових включень, то без виправлення допускаються несущільності одного з цих типів, якщо їх показники не перевищують норм, зазначених у таблиці 5.7. При цьому кількість несущільностей інших типів має бути вдвічі меншою за норми, зазначені в таблиці 5.7, а мінімальна відстань між несущільностями має відповідати вимогам таблиці 5.7.

5.5.7.5 У разі, якщо на одному і тому ж радіографічному знімку зафіксовані газові раковини, піщані і шлакові включення та пухкість, то пухкість допускається без виправлення за умови відповідності їх показників нормам, зазначеним в таблиці 5.7. При цьому загальна кількість газових раковин, піщаних і шлакових включень має бути вдвічі меншою за норми, зазначені в таблиці 5.7, а мінімальна відстань між ними має відповідати вимогам таблиці 5.7.

5.5.7.6 На будь-якій ділянці вилівка розмірами 130 мм × 180 мм для виливків з номінальною товщиною стінки до 100 мм включно і розмірами 180 мм × 280 мм для виливків з номінальною товщиною стінки понад 100 мм не повинно бути несущільностей, показники яких перевищують вимоги таблиць 5.6, 5.7 та відповідно до 5.5.7.4, 5.5.7.5.

5.5.7.7 У разі, якщо розміри вилівка менше 130 мм×80 мм або 180 мм×280 мм, то кількість несущільностей, що допускаються без виправлення, має бути зменшено щодо встановленого в таблицях 5.6 і 5.7 пропорційно відношенню площі цього вилівка і ділянки з розмірами, вказаними в таблицях 5.6 і 5.7 для відповідної номінальної товщини стінки вилівки.

5.5.7.8 У разі, якщо на окремих ділянках вилівка, де раніше при ультразвуковому контролі були виявлені дефекти і при подальшому радіографічному контролі згідно з 5.5.6.2 виявлені дефекти, що виходять за межі радіографічної ділянки, то радіографічному контролю слід піддавати ділянки виливків, на яких продовжуються виявлені дефекти, до тих пір, доки дефекти не будуть виявлені повністю.

5.5.7.9 Тріщини будь-якого характеру, що виявлені у вилівку при контролі, підлягають усуненню з наступним виправленням заварюванням.

Таблиця 5.6 - Норми оцінки якості виливків ЕШВ при радіографічному контролі

Номинальна товщина стінки вилівка, мм	Розміри ділянки вилівка, мм	Найбільший допустимий розмір несуцільності, мм	Допустима кількість несуцільностей, шт.	Мінімальна відстань на знімку між сусідніми краями несуцільності, мм
До 25 включно	130×180	3	8	15
Понад 25 до 50 включно	130×180	4	8	15
Понад 50 до 100 включно	130×180	5	11	25
Понад 100 до 300 включно	180×280	5	14	25
Понад 300	180×280	6	14	25

Таблиця 5.7 - Норми оцінки якості виливків при радіографічному контролі

Номинальна товщина стінки вилівка, мм	Тип несуцільності	Розміри ділянки вилівка, мм	Найбільший допустимий розмір несуцільності, мм		Допустима кількість несуцільностей, шт.		Мінімальна відстань між сусідніми краями несуцільності, мм			
			Клас вилівка							
			1	2		3	1	2		3
	a	b		a	b		a	b		
До 25 включно	Газова раковина, піщане та шлакове включення	130×180	4	6		6	6	15	10	
	Пухкість		0,2S+5	0,3S+5		1	1			
Понад 25 до 50 включно	Газова раковина, піщане та шлакове включення	130×180	5	6		6	8	15	10	
	Пухкість		0,2S+5	0,3S+5		1	1			
Понад 50 до 100 включно	Газова раковина, піщане та шлакове включення	130×180	6	6		8	10	25	15	
	Пухкість		0,2S+5	0,3S+5		1	1			
Понад 100 до 300 включно	Газова раковина, піщане та шлакове включення	180×280	6	6		10	12	25	15	
	Пухкість		0,1S+15	0,1S+25		1	1			

Продовження таблиці 5.7

Номінальна товщина стінки виливка, мм	Тип несучільності	Розміри ділянки виливка, мм	Найбільший допустимий розмір несучільності, мм			Допустима кількість несучільностей шт.			Мінімальна відстань між сусідніми краями несучільності, мм			
			Клас виливка									
			1	2		3	1	2		3	1	2
	a	b			a	b			a	b		
Понад 300	Газова раковина, піщане та шлакове включення	180×280	0,025S	0,025S		10	12		25	15		
	Пухкість		0,1S+15, не більше 55	0,1S+25, не більше 65		1	1					
<p>Примітка 1. S - Номінальна товщина стінки виливка в місці розташування дефекту.</p> <p>Примітка 2. Скупчення газових раковин або піщаних і шлакових включень, що мають розміри менше наведених у таблиці 5.7, допускається приймати за одиничне включення. При цьому максимальний лінійний розмір скупчення не повинен перевищувати зазначених у таблиці 5.6 розмірів. У межах скупчення відстань між включеннями не враховується, при цьому лінійний розмір скупчення визначається як найбільша відстань між краями найбільш віддалених один від одного включеннями, що входять в скупчення.</p>												

5.5.8 Гідравлічне випробування

При проведенні гідравлічних випробувань не допускаються вихід випробувального середовища на зовнішню поверхню виливків і видимі залишкові деформації виливків.

5.6 Контроль та оцінка якості крайок литих деталей, що входять до складу зварно-литих конструкцій

5.6.1 Крайки кожної з литих деталей, що підлягають зварюванню один з одним або з будь-якими іншими деталями, перед їх зварюванням з зовнішньої сторони на ділянці шириною $L + 20$ (мм), а для протилежної сторони 20 (мм) від торця крайки (рисунок 1), повинні бути проконтрольовані візуально, а в сумнівних місцях - за допомогою лупи до 10-кратного збільшення і піддані радіографічному контролю. При цьому контроль слід здійснювати по всьому периметру зварюваних крайок.

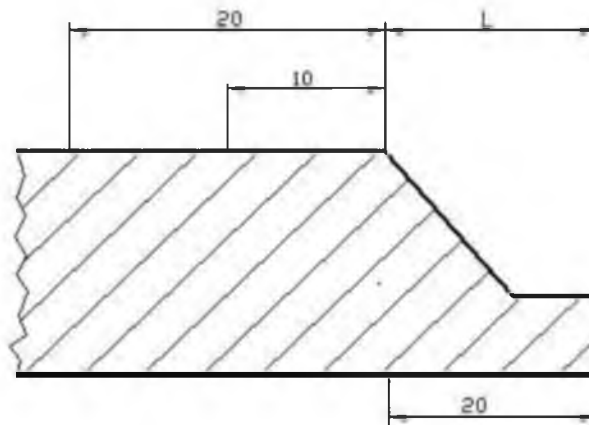


Рисунок 1 - Сумарна площа ділянок поверхні крайки

5.6.2 Радіографічний контроль повинен проводитися після механічного оброблення, виконаного відповідно до вимог 5.3.7.7 цього стандарту, або зачистки литої деталі перед розділенням крайок під зварювання або після їх розділення.

5.6.3 Несуцільності, виявлені в крайках на ділянці шириною $L+20$ (мм) повинні не перевищувати норм, які наведені в таблиці 13.1 СОУ НАЕК 160 для візуального контролю та норм таблиці 13.7 СОУ НАЕК 160 для радіографічного контролю відповідно до встановленої категорії зварного з'єднання.

При цьому несущільності, що задовольняють вимоги СОУ НАЕК 160, при оцінці якості зварних з'єднань не враховуються.

5.7 Контроль виправлення дефектів у виливках

5.7.1 Виправленню підлягають всі дефекти виливків і крайок під зварювання та на поверхнях які не допускається нормами, встановленими у цьому стандарті.

У разі якщо сумарна площа ділянок поверхні крайки, що підлягають виправленню, перевищує 50 % всієї площі поверхні крайки, допускається наплавляти крайку по всьому периметру. При цьому товщина наплавки не повинна виходити за межі зони $L + 10$ (мм), вказаної на рисунку 1.

5.7.2 Виправлення дефектів у виливках і крайок під зварювання залежно від марки сталі має виконуватися за ВД підприємства-виробника виливків, погодженої з експертною організацією, що відповідає вимогам цього стандарту і з урахуванням вимог СОУ НАЕК 159.

5.7.3 Поверхня кожної вибірки при ремонті повинна піддаватися візуальному та капілярному або магнітопорошковому контролю згідно з вимогами СОУ НАЕК 009, СОУ НАЕК 014 та СОУ НАЕК 066 відповідно.

На поверхні вибірки не допускаються тріщини, а також дефекти, що перевищують норми, наведені в 5.5.5.4.

5.7.4 Якщо на поверхні вилівка після видалення дефектів глибина вибірки не перевищує 10 % номінальної товщини стінки для виливків з номінальною товщиною стінки до 20 мм включно або $1 \text{ мм} + 5\%$ номінальної товщини стінки для виливків з номінальною товщиною стінки понад 20 мм, то проводиться зачистка крайок вибірки із забезпеченням плавного переходу до основної поверхні без подальшого виправлення їх заварюванням.

5.7.5 У випадку суміщення дефектів на зовнішній і внутрішній поверхнях сумарна глибина вибірок не повинна перевищувати вимог 5.7.4.

5.7.6 На виливках та їх крайок під зварювання місця розташування дефектів, що підлягають виправленню, повинні бути позначені незмивною фарбою або іншим способом, що забезпечує збереження розмітки до виправлення дефекту.

5.7.7 Маса металу, що видаляється, для кожної вибірки не повинна перевищувати 5 %, а сумарна маса металу для всіх вибірок – 10 % маси виливки.

5.7.8 Після зварювання вибірок виправлені виливки повинні піддаватися термічному обробленню, якщо для зварних з'єднань зі сталі цієї марки аналогічної товщини, яка передбачена СОУ НАЕК 159 або ВД.

5.7.9 Режими термічного оброблення виливків після зварювання вибірок повинні відповідати технічним умовам на постачання виливків або кресленику.

5.7.10 Зварювання вибірок без подальшого термічного оброблення виправлених виливків допускається за умови, якщо максимальна глибина вибірок не перевищує 20 % номінальної товщини стінки - при номінальній товщині стінки до 125 мм включно або 25 мм - при номінальній товщині стінки понад 125 мм, а максимальна площа вибірки в плані становить не більше 100 см². Зварювання вибірок на виливках з легованих сталей перлітного класу і високохромистих сталей проводиться тільки після погодження відповідного технічного рішення з експертною організацією та Держатомрегулюванням.

5.7.11 При виправленні дефектів у виливках і крайках під зварювання неприпустимо застосування пробок, чеканки, просочування та інших, не зазначених у цьому стандарті, методів виправлення. Допускаються наскрізні отвори виправляти установкою вставок з тієї ж марки сталі з їх зварюванням (з повним проплавленням зварної крайки) і подальшим термічним обробленням.

5.7.12 Ділянки виливків та їхні крайки під зварювання, які були виправлені зварюванням, повинні контролюватися всіма методами, якими вони контролювалися до виправлення. При цьому контроль проводиться після термічного оброблення.

5.7.13 Оцінку якості виправлених зварюваних місць за результатами контролю слід здійснювати:

- для виливків, виключаючи крайки під зварювання, - відповідно до вимог цього стандарту;
- для крайок під зварювання - за нормами, вказаними в СОУ НАЕК 160.

5.7.14 Якщо при контролі у виправлених ділянках знову будуть виявлені дефекти, то проводиться повторне виправлення в тому ж порядку, як і перше. Виправлення дефектів на одній і тій же ділянці допускається проводити не більше трьох разів. Про можливість виправлення дефектів на одній ділянці більше трьох разів має вирішуватися за погодженням з експертною організацією та Держатомрегулюванням.

5.8 Контроль режимів термічного оброблення виливків

5.8.1 Режими термічного оброблення визначаються технічними умовами та конструкторською документацією і ведуться за термопарами, що встановлюються безпосередньо на виливку. Допускається вести контроль температури за склепінням і подовим термопарам, різниця між показаннями яких не повинна перевищувати 30 °С.

5.8.2 У процесі термічного оброблення необхідно контролювати робочий стан печі та нагрівальних пристроїв, а також параметри всіх проведених операцій, передбачених вимогами технічної документації, і в першу чергу встановлення необхідної для печі кількості термоелектричних термометрів, температури печі та

виробу перед завантаженням, режиму і температури нагріву, час витримки при заданій температурі, умови охолодження.

5.8.3 При термічному обробленню в печах необхідно забезпечувати рівномірний розподіл температури печі та проводити заходи, що оберігають вироби від місцевих перегрівів і деформацій. Для цього не рідше одного разу протягом 6 місяців необхідно заміряти перепад температур печі.

5.8.4 Запис режимів термічного оброблення повинен здійснюватися автоматичними приладами, а результати контролю повинні реєструватися в спеціальному журналі.

5.9 Маркування

5.9.1 Для виливків 1-го і 2-го класів на остаточно обробленому, проконтрольованому і прийнятому виливку в місці, передбаченому креслеником, має бути нанесено таке маркування:

- товарний знак або індекс підприємства-виробника;
- номер кресленика деталі;
- марка сталі;
- номер або код плавки;
- номер виливка;
- клас виливка;
- індекс ВП АЕС;
- рік виготовлення (останні дві цифри);
- клеймо ВТК.

На виливки 3-го класу наноситься те ж маркування, за винятком номера виливка.

На виливках має бути виконане також маркування, що передбачається діючими стандартами для відповідних виробів (арматура тощо).

5.9.2 Кожний виливок повинен супроводжуватися сертифікатом якості заводу-виробника (паспортом), що засвідчує відповідність якості відливання вимогам цього стандарту.

5.9.3 У сертифікаті якості (паспорті) мають бути зазначені:

- найменування постачальника;
- номер кресленика;
- марка сталі;
- номер або код плавки;
- номер плавки витрачених електродів та приплавляючих елементів;
- номер виливка (за винятком виливків 3-го класу);
- клас виливка;
- дата приймання відділом технічного контролю (службою);
- хімічний склад сталі виливків ЕШВ та приплавляючих елементів;
- механічні властивості сталі;
- результати випробувань механічних властивостей приплавляючих елементів;
- результати випробувань за кожним методом, якому піддається виливок;

- результати випробувань за кожним методом, якому піддаються крайки під зварювання виливка;
- відомості щодо виправлення дефектів у вил та її крайках під зварювання;
- режими термічного оброблення, якому піддавався виливок;
- відомості про відхилення від норм цього стандарту;
- позначення стандарту або технічних умов на виливки.

Сертифікат якості підписує начальник відділу технічного контролю, підпис завіряють штампом або печаткою підприємства-виробника.

5.10 Вимоги до оформлення документації

5.10.1 При виготовленні виливків та контролі їх якості на підприємстві-виробнику необхідно вести таку звітну документацію:

- журнал контролю хімічного складу сталі;
- журнал контролю корозійних властивостей сталі;
- журнал контролю механічних властивостей сталі;
- журнал контролю виливків капілярним або магнітопорошковим методом;
- журнал контролю виливків радіографічним методом;
- журнал контролю виливків ультразвуковим методом;
- журнал контролю режимів термічного оброблення виливків;
- журнал виправлення виливків зварюванням;
- плавильний журнал;
- журнал контролю режимів сушіння форм і стрижнів;
- журнал заливки форм;
- журнал гідравлічних випробувань;
- журнал контролю технологічного процесу виплавки заготовок ЕШВ;
- журнал приймання використаних електродів;
- журнал приймання зварювальних електродів.

Форма журналу встановлюється підприємством-виробником виливків.

5.10.2 Термін зберігання звітної документації на підприємстві-виробнику – 10 років з часу здачі виливків.

5.10.3 При контролі якості виливків у ВП вимоги до оформлення та термінів зберігання документації встановлюються відповідним НД.

5.10.4 Допускається, при контролі виливків у ВП, застосування форм журналів, протоколів, актів, встановлених для контролю основного металу обладнання і трубопроводів з відповідними відмітками, що враховують специфічні вимоги контролю виливків.

6 КВАЛІФІКАЦІЯ ПЕРСОНАЛУ

6.1 До робіт з контролю сталевих виливків допускається персонал з неруйнівного контролю підприємства-виробника, який допущений до самостійної роботи, ознайомлений з вимогами даного стандарту, а також атестований та/або сертифікований з відповідного методу неруйнівного контролю згідно з встановленим на даному підприємстві порядком.

6.2 До виконання робіт з контролю сталевих виливків відповідним методом неруйнівного контролю, з правом оцінки якості, допускається персонал з неруйнівного контролю підприємства-виробника, який має кваліфікацію не нижче Рівня II та/або має діючий сертифікат особи не нижче Рівня 2 згідно ДСТУ EN ISO 9712 або іншого НД, отриманого в іншій (аналогічній) системі сертифікації.

6.3 Вимоги до кваліфікації персоналу неруйнівного контролю ВП Компанії, який залучається до виконання контролю сталевих виливків конкретним методом неруйнівного контролю під час їх виготовлення, приймання на підприємстві-виробнику, а також які виконують контроль виготовлених способом лиття елементів обладнання та/або трубопроводів АЕС на етапах їх вхідного контролю, експлуатації (продовження термінів експлуатації) та ремонту встановлені в діючих документах Компанії, що конкретизують методики контролю основного матеріалу (напівфабрикатів), основного металу, зварних з'єднань та наплавлених деталей.

6.4 До виправлення дефектів заварюванням допускаються зварювальники, атестовані відповідно до вимог ПНАЭ Г-7-003-87.

7 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

7.1 Вимоги безпеки, які висувуються до персоналу неруйнівного контролю підприємства-виробника в частині дотримання вимог охорони праці, пожежної безпеки та радіаційної безпеки встановлюються внутрішніми документами даного підприємства, з урахуванням вимог безпеки, зазначених в НД з методу неруйнівного контролю.

7.2 Вимоги безпеки до персоналу неруйнівного контролю ВП Компанії, які виконують неруйнівний контроль виготовлених способом лиття елементів обладнання та/або трубопроводів АЕС на етапах їх вхідного контролю, експлуатації (продовження термінів експлуатації) та ремонту встановлені у діючих документах Компанії, що конкретизують методики контролю основного матеріалу (напівфабрикатів), основного металу, зварних з'єднань та наплавлених деталей.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

СХЕМИ ВІДБОРУ ЗРАЗКІВ

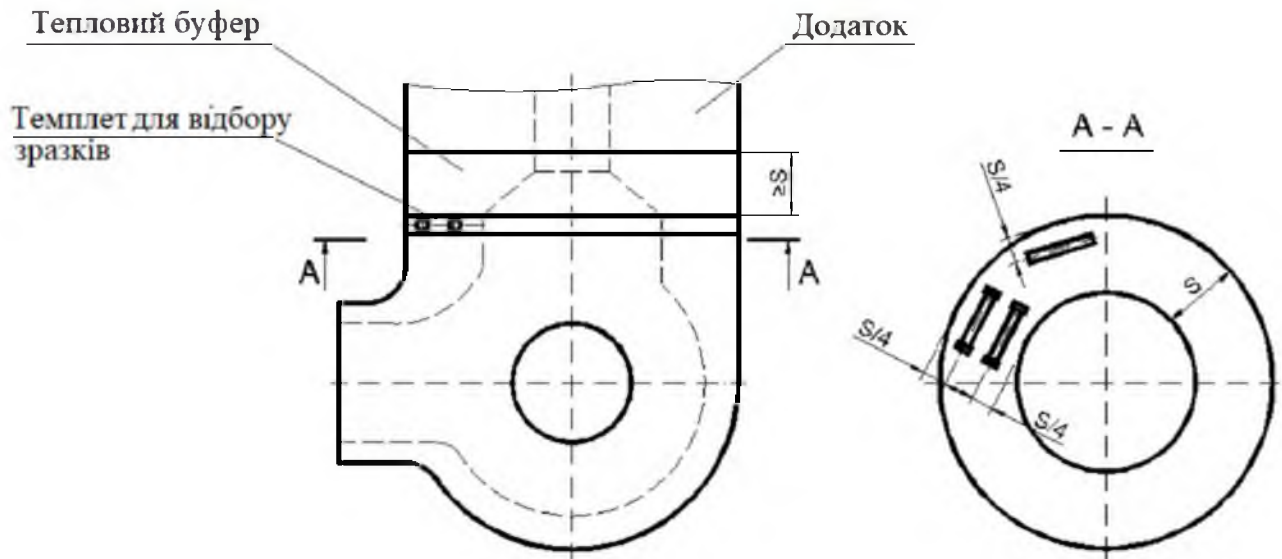


Рисунок. А.1 - Схема відбору зразків для випробувань механічних властивостей від спеціального пріпуску на виливку

Примітка. Тепловий буфер відрізається після остаточного термічного оброблення.

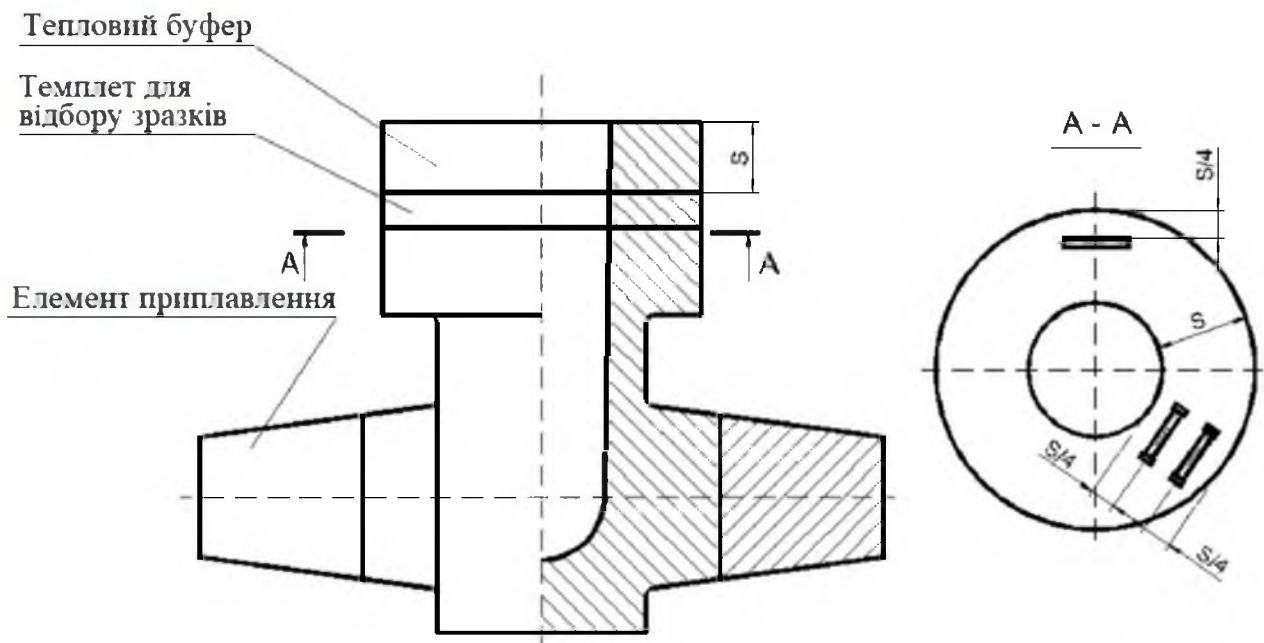


Рисунок. А.2 - Схема відбору зразків для випробувань механічних властивостей від спеціального пріпуску заготовки ЕШВ

Додаток
(Показано умовно)

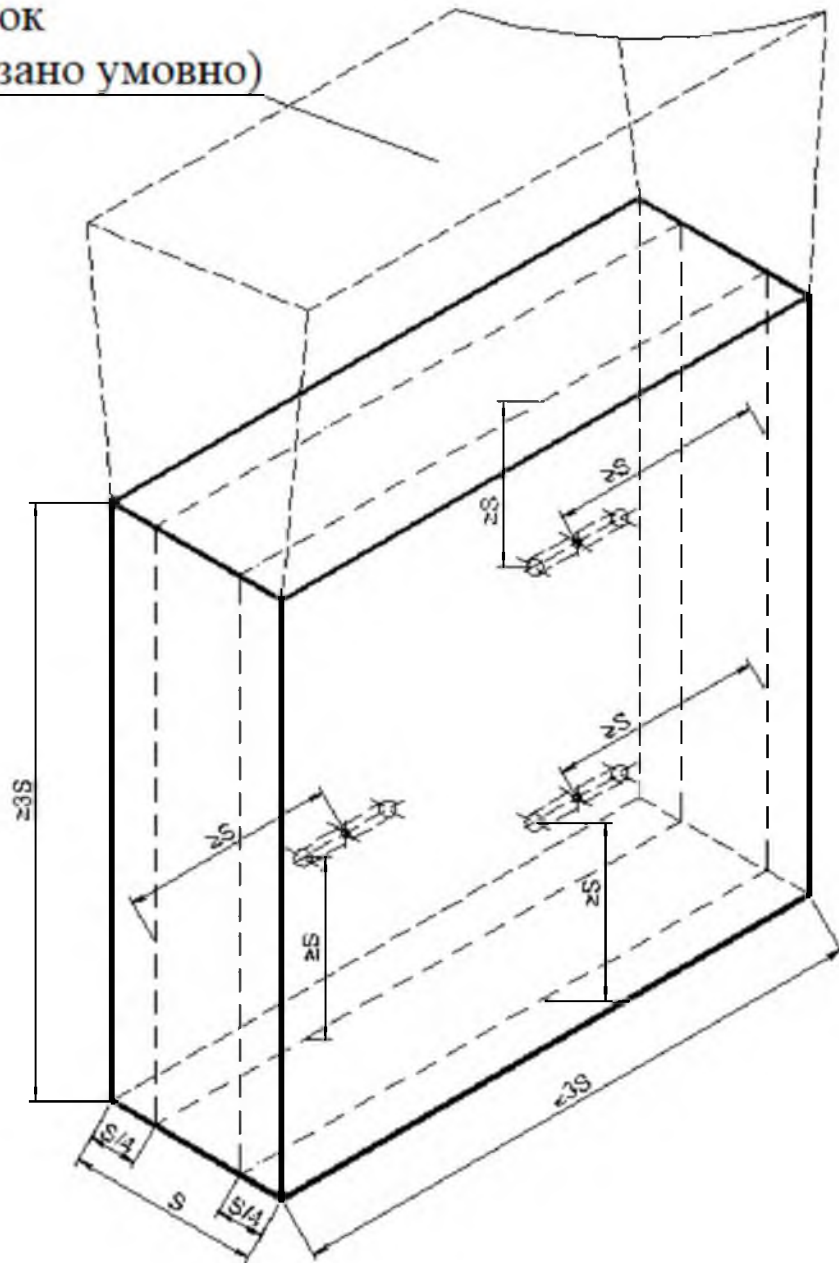


Рисунок. А.3 - Схема відбору зразків для випробувань механічних властивостей з окремо вилитої проби

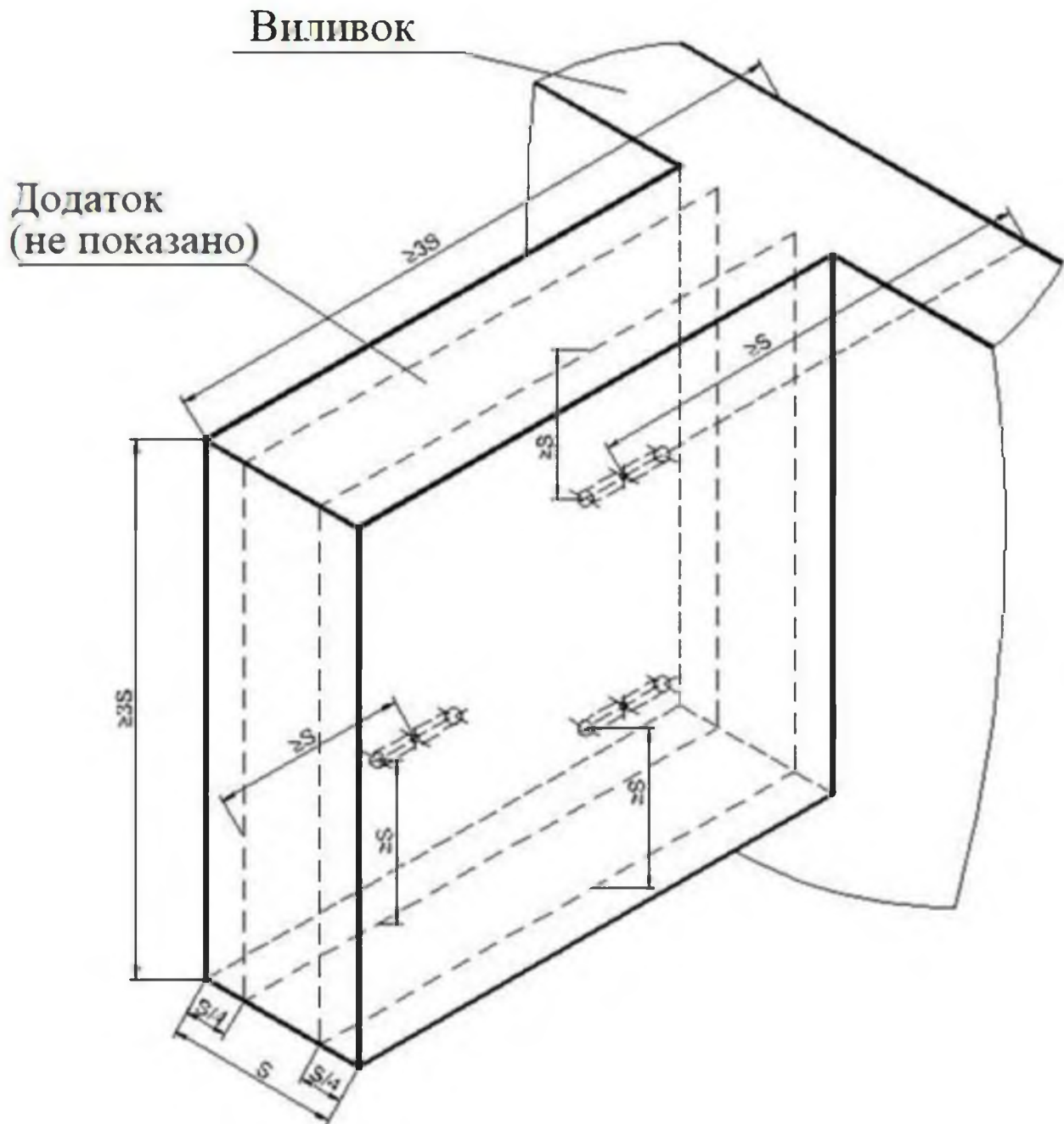


Рисунок. А.4 - Схема відбору зразків для випробувань механічних властивостей від приливої проби на виливку

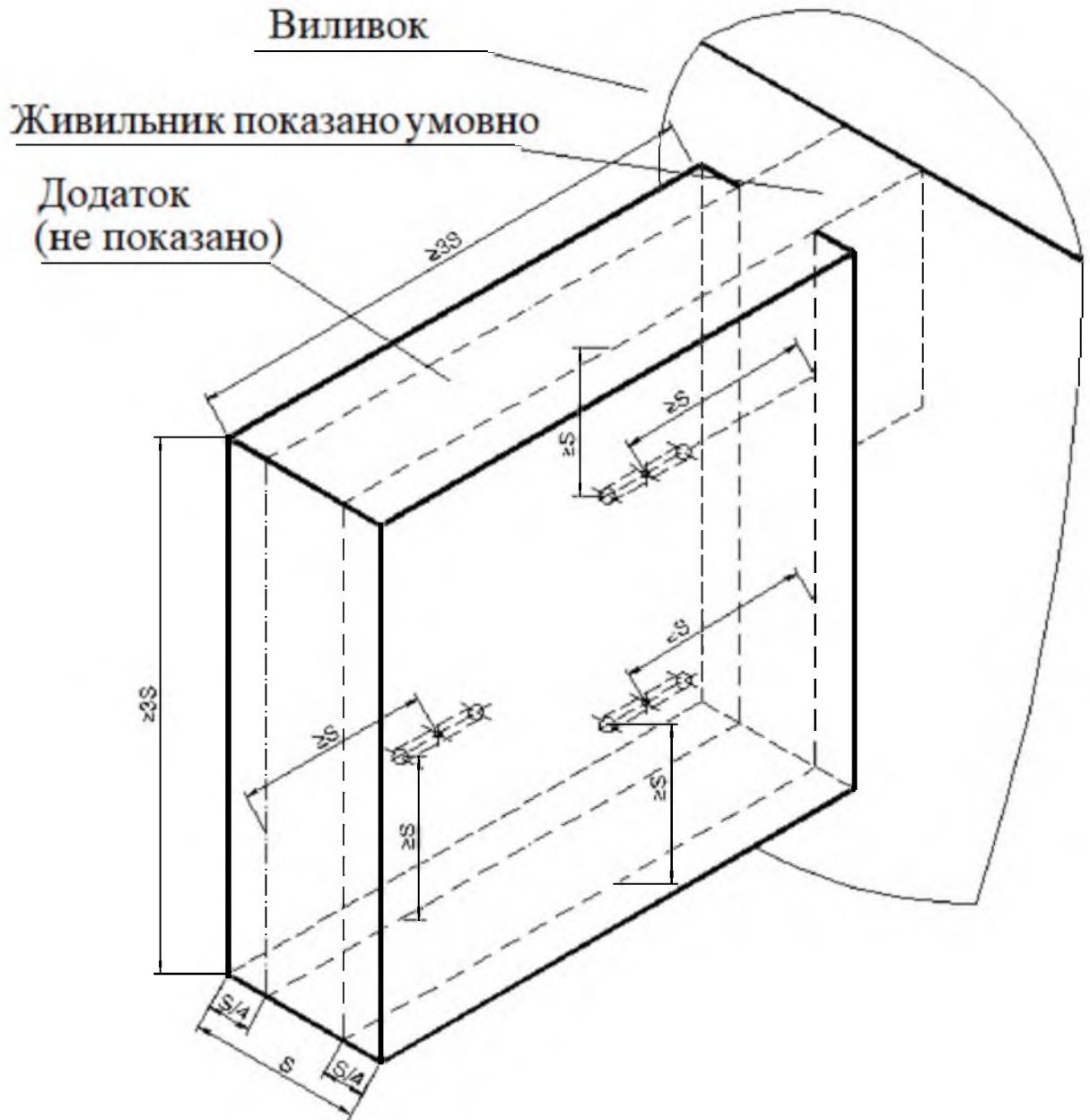


Рисунок. А.5 - Схема відбору зразків для випробувань механічних властивостей з приливої проби

ДОДАТОК Б (довідковий)

МЕТОДИКА РАДІОГРАФІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВИЛИВКІВ

Б.1 Загальні положення

Б.1.1 Радіографічний контроль виливків здійснюється з метою виявлення тріщин, газових раковин, піщаних і шлакових включень, пухкості.

Б.1.2 При призначенні та проведенні контролю необхідно враховувати таке:

Б.1.2.1 Контроль може бути здійснений тільки за наявності двостороннього доступу до контрольованої ділянки, що забезпечує можливість встановлення радіографічної плівки з одного боку контрольованої ділянки і джерела випромінювання з іншого відповідно до схем і параметрів контролю, передбачених у цьому додатку.

Б.1.2.2 Радіографічна плівка повинна встановлюватися впритул до контрольованої ділянки, а при неможливості виконання цієї вимоги - на відстані від неї не більше 150 мм.

Б.1.2.3 Просвічування циліндричних і сферичних пустотілих виливків повинно проводитися через одну стінку. Просвічування через дві стінки допускається тільки при неможливості просвічування через одну.

Б.1.2.4 Геометрична нерізкість зображень дефектів на радіографічному знімку не повинна перевищувати половини необхідної чутливості контролю, а при панорамному просвічуванні - необхідної чутливості контролю.

Б.1.2.5 Відношення радіаційних товщин (більшої товщини до меншої) в межах контрольованої за одну експозицію ділянки не повинно бути більше 1,5.

Б.1.2.6 Кут між напрямком випромінювання і нормаллю до радіографічної плівки повинен бути мінімальним і не перевищувати 45°.

Б.1.3 Для проведення радіографічного контролю на кожний вилівок або партію однотипних виливків (однієї плавки, виготовлених за одним креслеником і пройшли термічне оброблення за одним режимом) складається технологічна карта контролю, де повинні бути зазначені:

- клас виливка;
- НД, за якими повинна виконуватися оцінка якості виливка;
- радіаційна товщина і товщина, за якою має оцінюватися якість виливка;
- джерело випромінювання;
- тип і розміри радіографічної плівки;
- розміри і число контрольованих ділянок;
- тип і номер еталона чутливості, його встановлення по відношенню до джерела випромінювання, необхідна чутливість контролю;
- схема розмітки виливка на ділянки із зазначенням початку і напрямку розмітки та нумерації ділянок;
- місце встановлення еталона чутливості (з боку джерела випромінювання або радіографічної плівки).

Б.1.4 При проведенні радіографічного контролю виливків повинна бути забезпечена безпека робіт відповідно до вимог СОУ НАЕК 050 та розділу 7 цього стандарту.

Б.1.5 Апаратура і матеріали для радіографічного контролю повинні відповідати вимогам СОУ НАЕК 050.

Б.2 Підготовка до контролю

Б.2.1 Виливок, що підлягає радіографічному контролю, повинна бути очищена від формувальної землі, пригару і шлаку, піддана термічному ооброблюванню, якщо це передбачено технологією виготовлення виливків.

Б.2.2 Поверхневі дефекти і нерівності, зображення яких на знімках можуть перешкодити виявленню та розшифровці зображень внутрішніх дефектів виливка, повинні бути усунені до проведення контролю.

Б.2.3 Після очищення та усунення зовнішніх дефектів проводиться розмітка відповідно до технологічної карти контролю поверхні виливка на ділянки і нумерація (маркування) ділянок способом, що не погіршує якість і експлуатаційну надійність виливки.

Б.2.4 Марковальні знаки встановлюються відповідно до маркування ділянок безпосередньо на виливку (з боку плівки або з боку джерела випромінювання) або на касеті з плівкою таким чином, щоб їх зображення на знімку не накладалися на зображення еталона чутливості.

Б.2.5 Система розмітки і маркування ділянок (початок і напрямок нумерації) повинна забезпечувати можливість відновлення розмітки і нумерації в разі необхідності.

Б.2.6 Маркування на знімках має повторювати маркування контрольованих ділянок.

При неможливості встановлення на контрольованій ділянці виливка марковальних 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 проведено запис «маркування олівцем (або іншим способом) дозволено» з підписом начальника підрозділу, що здійснює радіографічний контроль.

Б.2.7 Еталони чутливості встановлюються в середній частині контрольованої ділянки виливка з боку джерела випромінювання.

Б.2.8 При контролі циліндричних і сферичних пустотілих виливків через дві стінки з розшифровкою зображення тільки прилеглої до плівки ділянки виливка при панорамному просвічуванні таких виливків, а також у випадках технічної неможливості встановлення еталону чутливості з боку джерела випромінювання допускається установка еталону з боку касети з плівкою, що має бути передбачено в технологічній карті контролю.

Б.2.9 Еталони чутливості вибираються з урахуванням забезпечення чутливості, наведеної в таблиці Б.1.

Б.2.10 Чутливість контролю крайок виливка під зварювання повинна відповідати чутливості, яка встановлена до зварного з'єднання згідно вимог СОУ НАЕК 160.

Б.2.11 Маркування має забезпечувати можливість визначення контрольованої ділянки виливка, до якого належить радіографічний знімок, а також можливість знаходження запису в журналі результатів контролю, що відноситься до знімка, або знімка за записом у журналі.

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

При повторному контролі ділянок, які підлягали ремонту за результатами первинного контролю, в маркування включаються позначення 1Р, 2Р, 3Р тощо (залежно від числа ремонтів). Розміри ділянок, що підлягають контролю після

ремонту, визначаються відповідним технологічним процесом (інструкцією) на зварювання.

Таблиця Б.1. Чутливість контролю при розшифровці знімків, мм

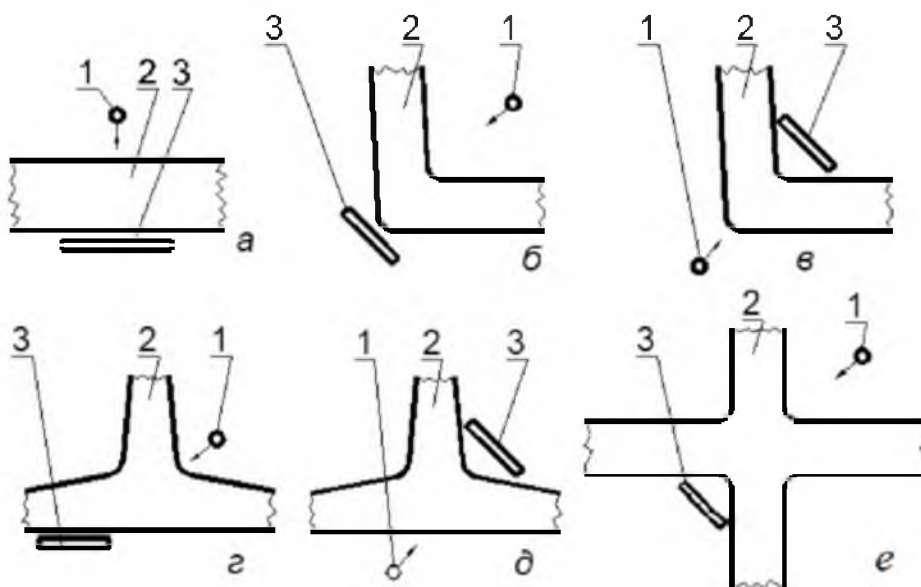
Радіаційна товщина, мм	Чутливість
До 5 включно	0,100
Понад 5 до 7 включно	0,125
Понад 7 до 9 включно	0,160
Понад 9 до 12 включно	0,200
Понад 12 до 16 включно	0,250
Понад 16 до 21 включно	0,320
Понад 21 до 27 включно	0,400
Понад 27 до 35 включно	0,500
Понад 35 до 45 включно	0,630
Понад 45 до 60 включно	0,800
Понад 60 до 78 включно	1,000
Понад 78 до 100 включно	1,250
Понад 100 до 130 включно	1,600
Понад 130 до 170 включно	2,000
Понад 170 до 240 включно	2,500
Понад 240 до 320 включно	3,200
Понад 320 до 400 включно	4,000

Б.3 Схеми і параметри контролю

Б.3.1 Плоскі, кутові, таврові та хрестоподібні виливки або ділянки виливків контролюються за схемами, наведеними на рисунку Б.1, циліндричні та сферичні пустотілі виливки - за схемами, наведеними на рисунку Б.2.

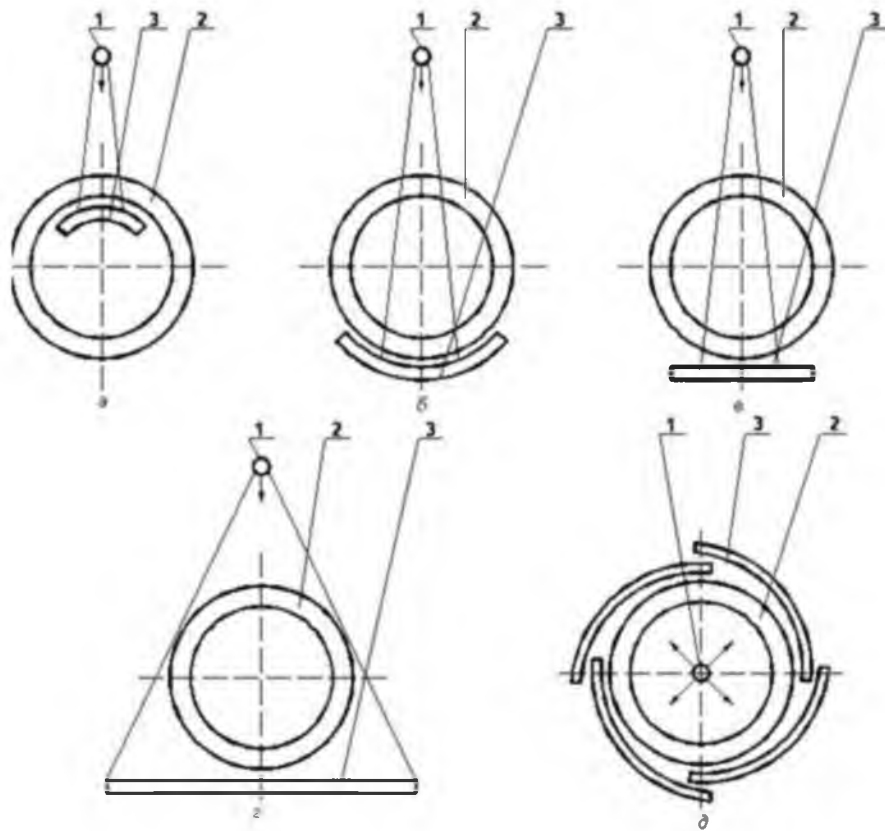
Б.3.2 Виливки складної конфігурації розбиваються на ділянки більш простої конфігурації, контрольовані за однією зі схем, наведених на рисунках Б.1 і Б.2.

Приклади контролю окремих ділянок виливків складної конфігурації наведено на рисунку Б.3.



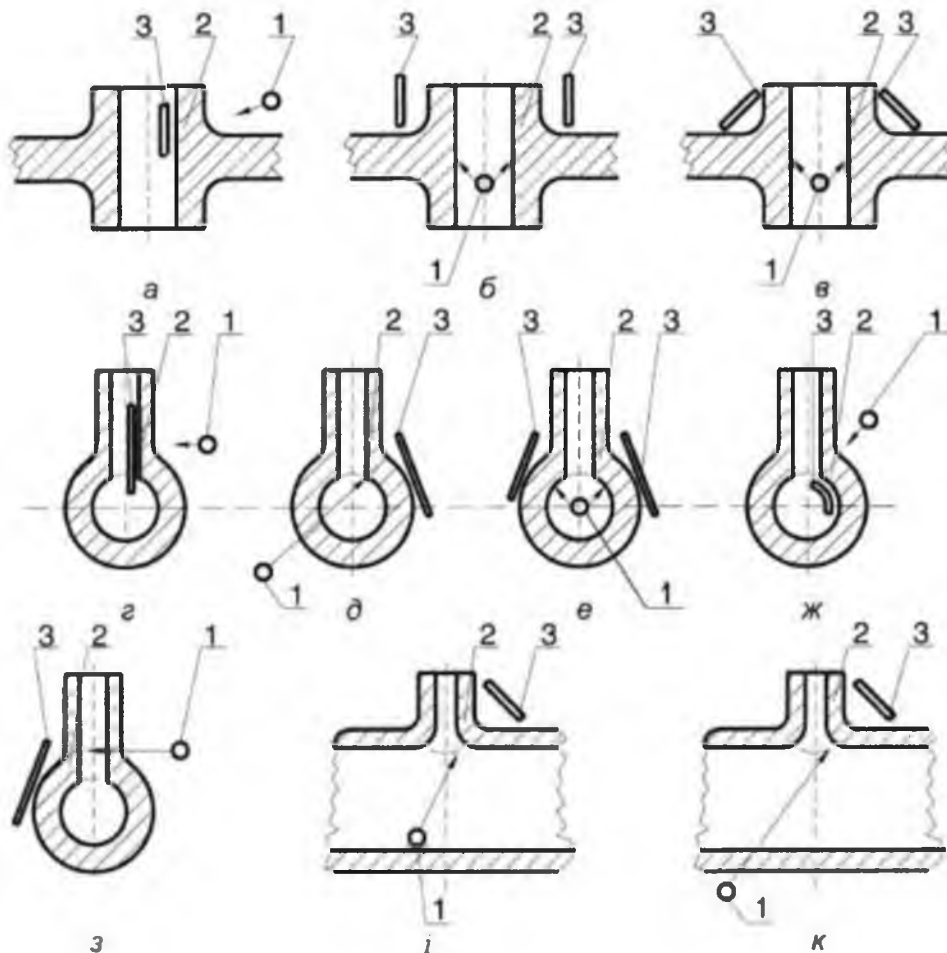
де, 1-джерело випромінювання; 2 - контрольований виливок; 3 – касета.

Рисунок. Б.1 - Плоскі (а), кутові (б, в), таврові (г, д) і хрестоподібні (е) виливки



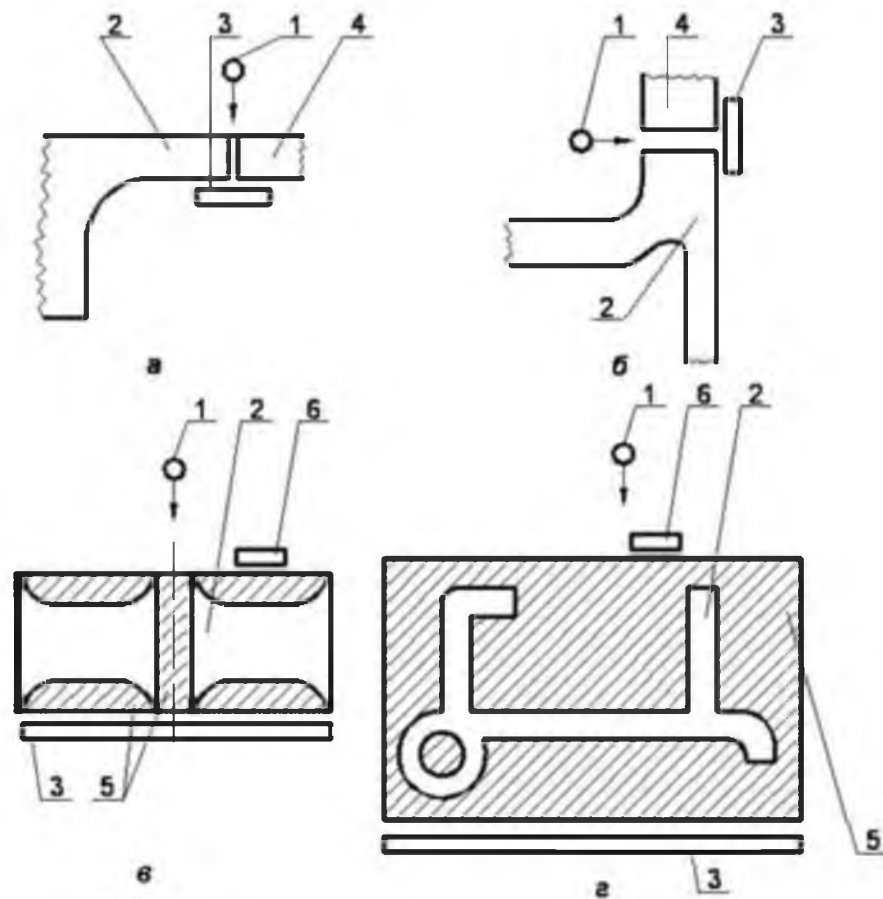
де, 1 - джерело випромінювання; 2 - контрольований виліток; 3 – касета.

Рисунок. Б.2 - Циліндричні (а, б, в) і сферичні (г, д) пустотілі вилівки



де, 1 - джерело випромінювання; 2 - контрольований виліток; 3 – касета.

Рисунок. Б.3 - Сполучені циліндричні (а, б, в, і, к) і сферичні (г, д, е, ж, з) вилівки



де, 1 - джерело випромінювання;
 2 - контрольований виливок;
 3 - касета;
 4 - приставка-компенсатор;
 5 - заповнювач-компенсатор;
 6 - еталон чутливості (а, б, в, г - див. таблицю Б.2).

Рисунок. Б.4 - Розміщення приставок (заповнювачів) - компенсаторів

Б.3.3 Під час контролю плоских, циліндричних та сферичних пустотілих виливків вибирається такий напрямок випромінювання, щоб радіаційна товщина була мінімальною.

Б.3.4 Контроль кожної ділянки з'єднаних елементів кутових, таврових і хрестоподібних виливків проводиться за одну експозицію (за винятком випадків, коли кількість експозицій особливо обумовлена в документації на контроль) з напрямком випромінювання:

- при прямих кутах між елементами - по бісектрисі будь-якого кута між елементами;
- при кутах, відмінних від прямого, між елементами - по бісектрисі кута між елементами.

Б.3.5 Контролювати крайки при радіографічному контролі необхідно за схемами, як для зварних з'єднань згідно з рисунками 5.2, 5.3 (а, е, ж, з) СОУ НАЕК 050.

Б.3.6 Контроль виливків і ділянок виливків складної форми, ділянок з різкими перепадами товщин, а також ділянок на краях виливка, що не забезпечують захист радіографічної плівки від прямого випромінювання, проводиться із застосуванням компенсаторів випромінювання, як наведено на рисунку Б.4.

Б.3.7 Відстань f від джерела випромінювання до контрольованої ділянки, а при контролі циліндричних і сферичних пустотілих виливків - через дві стінки до поверхні виливка визначається за формулами, наведеними в таблиці Б.2, або за спеціальною номограмою.

Таблиця Б.2 Відстань f від джерела випромінювання до контрольованого виливка

Схема просвічування	Відстань f , мм, не менше
Рисунки Б.1, Б.2 при діаметрі виливка більше 1 м	Ch
Рисунок Б.2, а	$0,7C(D-d)$
Рисунок Б.2, б	$0,5C[1,5C(D-d)-D]$
Рисунок Б.2, в	$0,5[C(1,4D-d)-D]$
Рисунок Б.2, г	CD
<p>Примітка 1. $C = 2\Phi/K$ при $\Phi/K \geq 2$ і $C = 4$ при $\Phi/K < 2$; h - радіаційна товщина, мм; D і d - зовнішній і внутрішній діаметри контрольованого виливка, мм; Φ - максимальний розмір фокусної плями (для рентгенівського апарату) або розмір джерела випромінювання (для радіонуклідного джерела), мм; K - необхідна чутливість контролю, мм.</p> <p>Примітка 2. Розмір джерела випромінювання (для радіонуклідного джерела) описується його довжиною l та шириною w (діаметром d). Більше число із цих значень приймається для розрахунку відстані f. Якщо об'єкт контролю просвічується перпендикулярно до вісі тримача-джерела то для розрахунку відстані f використовується ширина w (діаметр d) джерела випромінювання.</p> <p>Примітка 3. Якщо для схем рисунків Б.2, (б) і Б.2, (в) не виконуються умови $1,5 C (D - d) > D$ і $C (1,4 D - d) > D$, відстань може бути прийнято рівною нулю (тобто джерело випромінювання може поміщатися безпосередньо на поверхні контрольованого виливка).</p>	

Б.3.8 Розміри (довжина і ширина) контрольованих ділянок за одну експозицію не повинні перевищувати $0,8 f$

Б.3.9 Кількість ділянок за довжиною кола під час контролю циліндричних і сферичних пустотілих виливків визначається залежно від обраної величини і відношень f/D і d/D (таблиці Б.3 і Б.4). Допускається визначати за таблицями Б.3 і Б.4 величину f залежно від обраної за цими таблицями кількості ділянок за умови, що величина f не буде меншою за величину, визначену за таблицею Б.2.

Таблиця Б.3 - Кількість ділянок під час контролю за схемою рисунку Б.2 (а), не менше

d / D	f / D, не менше							
	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	4,0	8,0 і більше
0,50	18	16	15	13	12	11	10	10
0,55	16	15	13	12	11	10	9	9
0,60	15	13	12	11	11	9	9	8
0,65	13	12	11	10	9	9	8	7
0,70	12	11	10	9	8	8	7	7
0,75	11	10	9	9	8	7	7	6
0,80 і більше	11	10	9	8	7	7	6	6

Таблиця Б.4 – Кількість ділянок під час контролю за схемами рисунку Б.2 (б, в), не менше

d / D	f / D, не менше												
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	4,0 і більше
0,50	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6
0,55	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6
0,60	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
0,65	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
0,70	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
0,75	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5
0,80 і більше	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4

Б.3.10 Схема рисунку Б.2 (г) використовується при контролі виливків і окремих елементів виливків діаметром не більше 100 мм. Кількість експозицій при використанні цієї схеми не повинно бути менше:

- 2 при $d/D < 0,9$ (з поворотом виливка або елемента навколо поздовжньої осі після першої експозиції на 90° або 270°);
- 3 при $d/D \geq 0,9$ (з поворотом виливка або елемента навколо поздовжньої осі після кожної експозиції на 60° або 120°).

Б.3.11 Максимальний розмір (Φ) фокусної плями (для рентгенівського апарату) або розмір джерела випромінювання (для радіонуклідного джерела) при панорамному просвічуванні (рисунку Б.2 (д)) повинен задовольняти співвідношенню $\Phi \leq Kd / (D-d)$.

Б.3.12 Розміри знімків повинні забезпечувати отримання повного зображення кожної контрольованої ділянки плюс не менше 10 мм зображень суміжних ділянок з кожної сторони контрольованої ділянки.

Б.3.13 Час експозиції має забезпечувати отримання оптичної щільності зображення контрольованої ділянки не менше 1,5 і не більше 3,5.

Б.3.14 Допускається використання поряд з наведеними на рисунках Б.1-Б.4 схемами просвічування інших схем за умови, що при цьому будуть виконуватися вимоги Б.1.

Б.4 Матеріали і приладдя для контролю

Б.4.1 В якості джерел випромінювання, при радіографічному контролі виливків, використовуються рентгенівські апарати, радіонуклідні джерела γ - випромінювання ітербій-169, тулій-170, іридій-192 і кобальт-60, прискорювачі електронів з енергією прискорених електронів до 15 МеВ.

Рекомендації щодо використання цих джерел залежно від радіаційної товщини контрольованих виливків наведені в таблиці Б.5 і Б.6.

Таблиця Б.5 - Вибір напруги на трубці рентгенівського апарату залежно від радіаційної товщини контрольованого вилівка

Радіаційна товщина, мм	Напруга на трубці, кВ, не більше
До 10 включно	150
Понад 10 до 20 включно	200
Понад 20 до 30 включно	300
Понад 30 до 40 включно	400
Понад 40	1000

Таблиця Б.6 - Діапазони радіаційних товщин під час контролю за використанням джерел γ - випромінювання і прискорювачів електронів

Джерело випромінювання	Радіаційна товщина, мм
Ітербій-169, Тулій-170	До 5 включно
Іридій - 192	Від 5 до 100 включно
Кобальт - 60	Від 30 до 200 включно
Прискорювач електронів	Від 50 до 400 включно

Б.4.2 Для захисту радіографічної плівки від зворотного розсіяного випромінювання рекомендується касету з плівкою з боку, протилежного джерелу випромінювання, екранувати свинцевою фольгою (листовим свинцем) товщиною від 1 мм до 3 мм.

Б.4.3 Як еталони чутливості рекомендується використовувати дротяні еталони чутливості з діаметром дроту 0,100; 0,125; 0,160; 0,200; 0,250; 0,320; 0,400; 0,500; 0,630; 0,800; 1,000; 1,250; 1,600; 2,000; 2,500; 3,200; 4,000 мм.

Допускається використовувати канавкові еталони чутливості згідно СОУ НАЕК 050, що забезпечують отримання чутливості згідно вимог таблиці Б.1.

Б.4.4 Як обмежувальні мітки і марковальні знаки слід використовувати мітки і знаки (цифри і букви української або латинської абетки) зі свинцю або іншого матеріалу, що забезпечує отримання їх чітких зображень на знімках.

Рекомендується використовувати марковальні знаки з розмірами, наведеними в таблиці Б.7.

Таблиця Б.7 - Рекомендовані розміри марковальних знаків, мм

Радіаційна товщина, мм	Розміри знаків		
	висота	ширина	товщина
До 10 включно	5,0	3,0	1,0
Понад 10 до 40 включно	8,0	5,0	1,5
Понад 40 до 80 включно	12,0	8,0	3,5
Понад 80	18,0	12,0	5,0

Примітка. Допускається товщину обмежувальних міток та розмір марковальних знаків обирати дослідним шляхом з урахуванням забезпечення їх чіткої ідентифікації на радіографічних знімках.

Б.5 Фотообробка і розшифрування знімків

Б.5.1 Фотообробка радіографічних знімків повинна виконуватися відповідно до рекомендацій виробника радіографічної плівки.

Б.5.2 Розшифровку знімків слід здійснювати після їх повного висихання в спеціально призначеному для розшифровки затемненому приміщенні.

Б.5.3 Для розшифрування знімків слід використовувати негатоскопи з регульованими яскравістю і розмірами освітленого поля, що забезпечують яскравість освітленого поля не менше 10^{P+2} кд/м², де P - максимальна оптична щільність зображення проконтрольованої ділянки вилівка на знімку.

Б.5.4 Знімок, що пред'являється до розшифровки, повинен задовольняти таким вимогам:

Б.5.4.1 На зображенні контрольованої ділянки не повинно бути плям і смуг, що є результатом дефекту, забруднення або пошкодження емульсійного шару.

Б.5.4.2 Повинні бути помітні чіткі зображення обмежувальних міток, марковальних знаків і еталонів чутливості.

Б.5.4.3 Оптична щільність зображень контрольованих ділянок повинна бути не менше 1,5 і не більше 3,5.

Б.5.4.4 Різниця оптичних щільностей будь-яких точок зображення контрольованої ділянки не повинна бути більше 1,0.

Б.5.4.5 Чутливість контролю, визначена за зображенням на знімку еталона чутливості, не повинна бути гірша ніж, наведена у таблиці Б.1.

Б.5.5 Під час розшифрування знімків визначаються вигляд несучільностей та їх розміри, передбачені цим стандартом.

Б.5.6 За розміри несучільностей при розшифровці знімків приймаються розміри їх зображень на знімках. Максимальний розмір несучільності на знімку визначається як найбільша відстань між найбільш віддаленими один від одного її краями.

Б.5.7 Вимірювання розмірів несучільностей на знімках проводиться:

- при розмірах до 1,5 мм включно - вимірювальною лупою;
- при розмірах більше 1,5 мм - вимірювальною лінійкою.

Б.5.8 Вимірені на знімку розміри несучільностей понад 1,0 мм округлюються до найближчих значень з ряду 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 тощо.

Б.5.9 Можна використовувати для визначення розмірів несучільностей спеціальні шаблони і трафарети, що забезпечують можливість вимірювання несучільностей з похибкою не більше 0,5 мм.

Б.6 Документація за результатами контролю

Б.6.1 На підприємстві-виробнику результати контролю фіксуються в журналі, в якому зазначаються основні відомості щодо контрольованого вилівка:

- номер технологічної картки, за якою здійснювався контроль;
- отримана чутливість контролю;
- відомості про виявлені несучільності та включення;
- результати контролю після виправлення дефектів;
- прізвище контролера, що здійснював контроль, і розшифровника, який проводив розшифровку знімків і оцінку якості вилівка.

Б.6.2 На підставі результатів контролю, записаних у журналі, складається висновок про результати контролю, в якому повинні бути зазначені:

- найменування підприємства, що виконує контроль;
- найменування, шифр або позначення (номер) вилівка;
- номер кресленника;
- номери проконтрольованих ділянок;
- клас вилівка;
- обсяг контролю і правила, за якими виконувалася оцінка якості вилівка;
- відомості про виявлені несутцільностей та включення;
- відомості про кількість ремонтів і результати контролю після ремонту дефектних ділянок;
- оцінка якості вилівка за результатами контролю.

За потреби до висновку можуть також включатися інші додаткові відомості.

Б.6.3 У ВП результати контролю повинні заноситися в «Журнал обліку результатів радіографічного контролю» (далі - журнал).

Фіксації підлягають:

- найменування (шифр) або позначення (номер) вилівка;
- номер кресленника (схеми);
- номери проконтрольованих ділянок;
- номер технологічної карти контролю;
- клеймо контролера;
- клас вилівка;
- номер знімка (шифр);
- розміри знімка;
- тип плівки;
- джерело випромінювання;
- товщина контрольованого шару, за якою оцінюється якість вилівка;
- фактична чутливість контролю;
- виявлені при контролі несутцільності та їх розміри;
- відповідність якості вилівка вимогам НД;
- дата розшифровки знімків, номер реєстрації та підпис контролера (розшифровника), номер і дата видачі висновка.

Журнал повинен відповідати вимогам чинного у ВП відповідного НД.

Б.6.4 На підставі записів у журналі результатів контролю складається висновок (протокол). Форма висновка та обсяг обов'язкових відомостей за результатами контролю повинні відповідати вимогам чинного в ВП відповідного НД.

В журнал, та у висновок (протокол) можуть також вноситися інші додаткові відомості.

Б.6.5 Допускається, при радіографічному контролі вилівоків в ВП, застосування форм журналів, протоколів, актів, встановлених для контролю основного металу обладнання та трубопроводів з відповідними відмітками, що враховують специфічні вимоги контролю вилівоків.

Б.6.6 При заповненні журналу і заповненні висновка (протоколу) підлягають фіксації несутцільності та їх розміри, передбачені цим стандартом, з використанням умовних позначень. За відсутності зображень несутцільностей на знімку допускається замість слів «дефектів не виявлено» використовувати скорочене позначення «ДНВ».

