

ДП НАЕК "ЕНЕРГОАТОМ"  
ФОНД  
НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

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

---

**Технічне обслуговування та ремонт  
КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ МАГНІТОПОРОШКОВИЙ.  
МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ  
(НАПІВФАБРИКАТІВ), ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ**

**СОУ НАЕК 066:2022**


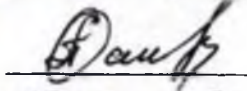
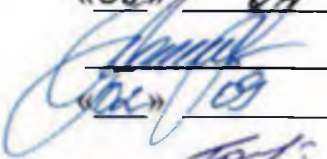
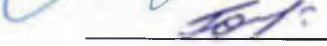
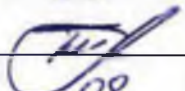

НА НАЕК  
ОРИГІНАЛ

**ПЕРЕДМОВА**

- 1 РОЗРОБЛЕНО: відокремлений підрозділ «Атомремонтсервіс» ДП «НАЕК «Енергоатом»
- 2 РОЗРОБНИКИ: М. Логін, В. Кулаченков
- 3 ЗАТВЕРДЖЕНО: наказ ДП «НАЕК «Енергоатом» від 28.04.2023 № 01-388-Н  
ПОГОДЖЕНО: лист Держатомрегулювання від 21.04.2023 № 15-23/5637-4577
- 4 ДАТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ: 08.05.2023
- 5 НА ЗАМІНУ: СОУ НАЕК 066:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий магнитопорошковый. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки»
- 6 ПЕРЕВІРКА: 08.05.20 28 г.
- 7 КОД КНДК: 2.20.32
- 8 ПІДРОЗДІЛ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ СУПРОВІД СТАНДАРТУ: виконавча дирекція з виробництва та ремонтів ДП «НАЕК «Енергоатом»
- 9 МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОРИГІНАЛУ СТАНДАРТУ: відділ стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації дирекції з якості та управління

## АРКУШ ПОГОДЖЕННЯ СОУ НАЕК 066:2022

Технічне обслуговування та ремонт. Контроль неруйнівний магнітопорошковий.  
Методика контролю основних матеріалів (напівфабрикатів), зварних з'єднань і  
наплавлень

Тимчасово виконуючий обов'язки першого віце-президента – технічного директора	 «08» 09 2022	Ю. Шейко
Генеральний інспектор – директор з безпеки	 «08» 09 2022	О. Остаповець
Директор з якості та управління	 «08» 09 2022	Ю. Гашева
Начальник відділу стандартизації ДУДС ДЯУ	 «02» 09 2022	Ю. Груша
Директор інженерно-технічної дирекції виконавчої дирекції з виробництва та ремонтів	 «10» 08 2022	Т. Ткач
В. о. технічного директора- головного інженера ВП «Атомремонтсервіс»	 «22» 06 2022	А. Лисиця
ВП ЗАЕС	лист від 23.05.2022 № 63-86-01/7510	
ВП РАЕС	лист від 27.05.2022 № 7440/104	
ВП ПАЕС	лист від 21.06.2022 № 11/8346	
ВП ХАЕС	лист від 10.06.2022 №36-422/6473	

  
08.09.22

  
08.09.22  
02.09.22

**ЗМІСТ**

1	Сфера застосування.....	1
2	Нормативні посилання.....	1
3	Терміни та визначення понять.....	3
4	Позначки та скорочення.....	5
5	Контроль неруйнівний магнітопорошковий.....	6
6	Кваліфікація персоналу.....	18
7	Вимоги безпеки.....	18
	Додаток А. Форма паспорта на контрольний зразок.....	19
	Додаток Б. Значення коерцитивної сили, залишкової індукції і поля насичення для основних сталей.....	20
	Додаток В. Типові схеми намагнічування.....	22
	Додаток Г. Способи намагнічування.....	25
	АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ ЗМІН.....	29

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

---

---

**Технічне обслуговування та ремонт  
КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ МАГНІТОПОРОШКОВИЙ.  
МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ  
(НАПІВФАБРИКАТІВ), ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ**

---

---

## **1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ**

1.1 Цей стандарт встановлює вимоги до кваліфікації персоналу, апаратури, рівнів чутливості, видів і способів намагнічування, методики проведення та оформлення результатів магнітопорошкового контролю основних матеріалів (напівфабрикатів, виробів), зварних з'єднань і наплавлень.

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

1.3 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для відокремлених підрозділів ДП «НАЕК «Енергоатом», які виконують магнітопорошковий контроль основного металу (напівфабрикатів, виробів), зварних з'єднань і наплавлень при виготовленні, експлуатації і ремонті обладнання і трубопроводів АЕС України.

1.4 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для включення в тендерну документацію та/або договір із сторонніми організаціями, які виконують магнітопорошковий контроль основного металу (напівфабрикатів, виробів), зварних з'єднань і наплавлень при виготовленні, експлуатації і ремонті обладнання і трубопроводів АЕС України.

## **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 066 необхідно користуватися зміненим (заміненим) документом або положення СОУ НАЕК 066 застосовувати без врахування вимог документа, дію якого скасовано

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

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

НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»

НПАОП 0.00-1.69-13 «Правила охорони праці під час експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій, теплових мереж і тепловикористовувальних установок»

НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями»

НПАОП 0.00-3.23-18 «Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам підприємств електроенергетичної галузі»

«Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів», затверджені наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 13.02.2012 № 91

ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 «Єдина система конструкторської документації. Експлуатаційні документи» (ГОСТ 2.601-2006, IDT)

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

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

ДСТУ 3321:2003 «Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять»

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

ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»

ДСТУ EN 1330-2:2008 «Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 2. Загальні терміни стосовно методів неруйнівного контролю» (EN 1330-2:1998, IDT)

ДСТУ EN ISO 3059:2016 (EN ISO 3059:2012, IDT; ISO 3059:2012, IDT) «Неруйнівний контроль. Капілярний та магнітопорошковий контроль. Умови огляду»

ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 (EN ISO 6520-1:2007, IDT; ISO 6520-1:2007, IDT) «Зварювання та споріднені процеси. Класифікація геометричних дефектів у металевих матеріалах. Частина 1. Зварювання плавленням»

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

ДСТУ EN ISO 9934-1:2018 (EN ISO 9934-1:2016, IDT; ISO 9934-1:2015, IDT) «Неруйнівний контроль. Магнітопорошковий контроль. Частина 1 Загальні вимоги»

ДСТУ EN ISO 9934-2:2015 (EN ISO 9934-2:2015, IDT; ISO 9934-2:2015, IDT) «Неруйнівний контроль. Магнітопорошковий контроль. Частина 2. Засоби контролю»

ДСТУ EN ISO 9934-3:2015 (EN ISO 9934-3:2015, IDT; ISO 9934-3:2015, IDT) «Неруйнівний контроль. Магнітопорошковий контроль. Частина 3. Обладнання»

ДСТУ EN ISO 12707:2017 (EN ISO 12707:2016, IDT; ISO 12707:2016, IDT) «Неруйнівний контроль. Магнітопорошковий контроль. Словник термінів»

ДСТУ EN ISO 17638:2018 (EN ISO 17638:2016, IDT; ISO 17638:2016, IDT) «Неруйнівний контроль зварних швів. Магнітопорошковий контроль»

ДСТУ-Н Б А .3.1-20:2013 «Настанова щодо ремонту трубних систем парових та водогрійних котлів»

ГОСТ 982-80 Масла трансформаторные. Технические условия

СОУ НАЕК 011:2019 «Інженерна, наукова і технічна підтримка. Метрологічне забезпечення експлуатації АЕС. Організація робіт із забезпечення єдності вимірювань та порядок їх проведення»

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

СОУ НАЕК 078:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Документы технического контроля сварки, наплавки оборудования и трубопроводов АЭС. Виды, формы и правила оформления документов»

СОУ НАЕК 131:2016 «Технічне обслуговування та ремонт. Вимоги до атестації персоналу в сфері контролю металу»

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

ПЛ-К.0.07.005-17 «Положення про організацію роботи з персоналом державного підприємства «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

### 3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни, установлені в **ДСТУ 3321**: виріб, деталь, конструкторська документація; **ДСТУ 2860**: дефект; **ДСТУ 2960**: напівфабрикат контроль; **ДСТУ ГОСТ 2.601**: паспорт, формуляр; **ДСТУ 3761.2**: наплавлення; **ДСТУ-Н Б А.3.1-20**: закат; **ДСТУ EN 1330-2**: несущість; **ДСТУ ISO 9000**: якість; **ДСТУ EN ISO 9934-1**: лінійний індикаторний слід, округлий індикаторний слід; **ДСТУ EN ISO 6520-1**: тріщина; **ДСТУ EN ISO 12707**: магнітопорошковий контроль, флюоресцентний індикаторний матеріал, центральний провідник, спосіб намагнічування котушкою, концентрат, контактний накінецьник, спосіб прикладеного поля, контрастна фарба (покриття), спосіб пропускання струму, генератор струму, індикаторний матеріал, спосіб сухого порошку індикатор силових ліній (індикатор потоку), спосіб індукційного струму, спосіб магнітного потоку, портативний електромагніт (ядро), тангенціальне магнітне поле, напруженість тангенціального магнітного поля; **СОУ НАЕК 011**: метрологічне підтвердження; **СОУ НАЕК 027**: сторонні організації; **СОУ НАЕК 131**: персонал з неруйнівного контролю; **СОУ НАЕК 160**: звітна документація; **НП 306.2.113-2005**: неруйнівний контроль; **НП 306.2.227-2020**: експертна організація.

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

#### 3.1 включення

Порожнина в металі шва або наплавленому металі, заповнена газом, шлаком або стороннім металом (використовується в цьому стандарті)

### **3.3 ефективна зона МПК**

Окрема ділянка зони контролю яка має задану тангенціальну складову намагніченості магнітного поля під час контролю (використовується в цьому стандарті)

### **3.4 залишкова магнітна індукція ( $B_r$ )**

Значення індукції, що зберігається в матеріалі після його намагнічування до насичення і подальшого зменшення зовнішнього магнітного поля до нуля (використовується в цьому стандарті)

### **3.5 зона контролю**

Частина об'єкту контролю або зразка, в межах якої контрольований параметр може бути визначений (використовується в цьому стандарті)

### **3.6 коерцитивна сила ( $H_c$ )**

Напруженість магнітного поля, що викликає магнітну індукцію феромагнетика, яка дорівнює нулю, в умовах циклічного перемагнічування (використовується в цьому стандарті)

### **3.7 контрольований об'єкт**

Основні матеріали (напівфабрикати, вироби), окремий вузол або окремо взяте зварне з'єднання (наплавлення), що підлягає магнітопорошковому контролю (використовується в цьому стандарті)

### **3.8 магнітна індукція ( $B$ )**

Векторна величина, що є силовою характеристикою магнітного поля (його дії на заряджені частинки) в цій точці простору. Визначає, з якою силою магнітне поле діє на рухомий заряд (використовується в цьому стандарті)

### **3.9 магнітна проникність ( $\mu$ )**

Характеристика магнітних властивостей матеріалу, в якому магнітна індукція лінійно залежить від напруженості магнітного поля (використовується в цьому стандарті)

### **3.10 магнітопорошковий дефектоскоп**

Магнітний дефектоскоп, заснований на магнітопорошковому методі неруйнівного контролю (використовується в цьому стандарті)

### **3.11 намагнічуюча сила**

Добуток електричного струму в котушці на число її витків (ця сила вимірюється в амперах, оскільки число витків – величина безрозмірна), характеризує магнітну дію електричного струму ( $A$ ) (використовується в цьому стандарті)

### **3.12 напруженість магнітного поля**

Намагнічуюча сила, що припадає на одиницю довжини котушки. Таким чином, величина напруженості магнітного поля ( $H$ ) вимірюється в амперах на сантиметр; нею визначається намагніченість, що придбалася матеріалом всередині котушки ( $A/cm$ ) (використовується в цьому стандарті)



**3.13 непровар (неповний провар)**

Несплавлення у зварному з'єднанні або наплавленій деталі між основним металом та металом шва (наплавленим металом) або між окремими валиками (використовується в цьому стандарті)

**3.14 обсяг контролю**

Кількість об'єктів і сукупність контрольованих ознак, що встановлюються для проведення контролю (використовується в цьому стандарті)

**3.15 умовний дефект**

Поверхневий дефект у вигляді плоскої щілини з паралельними стінками з співвідношенням глибини до ширини, рівним 10, орієнтований перпендикулярно до напрямку магнітного поля (використовується в цьому стандарті)

**3.16 умовний рівень чутливості**

Чутливість магнітопорошкового контролю, що визначається мінімальною шириною і протяжністю умовного дефекту (використовується в цьому стандарті)

**3.17 чутливість магнітопорошкового контролю чутливість контролю**

Мінімальний розмір дефекту, що виходить на поверхню або розташований близько від поверхні, в магнітному полі розсіювання якого може сформуватися індикаторний слід частинок, помітний при візуальному огляді (використовується в цьому стандарті)

**4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ**

<b>АЕС</b>	– атомна електрична станція
<b>ВП</b>	– відокремлений підрозділ
<b>ВТД</b>	– виробничо-технологічна документація
<b>ДП «НАЕК «Енергоатом»</b>	– державне підприємство «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»
<b>Держатомрегулювання</b>	– Державна інспекція ядерного регулювання України
<b>КЗ</b>	– контрольний зразок
<b>МПК</b>	– магнітопорошковий контроль
<b>НК</b>	– неруйнівний контроль
<b>ТКК</b>	– технологічна карта контролю
<b>ТУ</b>	– технічні умови
<b>УФ</b>	– ультрафіолет

## 5 КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ МАГНІТОПОРОШКОВИЙ

### 5.1 Загальні положення

5.1.1 Магнітопорошковий метод неруйнівного контролю заснований на виявленні за допомогою феромагнітних частинок магнітних полів розсіювання, що виникають над поверхневими і підповерхневими несущільностями металу контрольованого об'єкта при його намагнічуванні.

Метод призначений для виявлення несущільності металу (тріщин, закатів, непроварів, включень тощо) контрольованих об'єктів з феромагнітних матеріалів з відносною магнітною проникністю не менше 40. Згідно з ДСТУ EN ISO 17638 метод не гарантує виявлення несущільностей, площини яких паралельні контрольованій поверхні або складають з нею і напрямом намагнічуючого поля кут менше  $30^{\circ}$ .

5.1.2 Магнітопорошковий метод дозволяє контролювати основний метал (напівфабрикати, вироби), зварні з'єднання і наплавлення будь-яких розмірів і форм.

Необхідною умовою для проведення магнітопорошкового контролю є наявність доступу до контрольованої поверхні, достатнього для підведення намагнічуючих пристроїв, нанесення індикаторних засобів і візуального її огляду.

5.1.3 Чутливість магнітопорошкового методу визначається такими характеристиками:

- стан поверхні та її підготовки (шорсткість або наявність нерівностей контрольованої поверхні, товщиною немагнітних покриттів);
- форма та розмір контрольованого об'єкта;
- освітленість контрольованої поверхні;
- магнітні властивості матеріалу контрольованого об'єкта (магнітна індукція (B), залишкова магнітна індукція (Br), магнітна проникність ( $\mu$ ), коерцитивна сила (Hc));
- характеристики намагнічуючого обладнання (напруженість намагнічуючого поля, орієнтація намагнічуючого поля по відношенню до площини несущільності, вид намагнічуючого струму, вид та спосіб намагнічування);
- якість, вид і спосіб нанесення застосованих магнітних індикаторів.

5.1.4 Залежно від розмірів поверхневих несущільностей, що виявляються, встановлюються три умовні рівні чутливості, що визначаються мінімальною шириною і протяжністю умовного дефекту.

5.1.5 Умовні рівні чутливості залежно від розмірів умовних дефектів і шорсткості контрольованої поверхні приведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Умовні рівні чутливості

Умовний рівень чутливості	Мінімальна ширина розкриття умовного дефекту, мкм, не більше	Мінімальна протяжність умовного, дефекту, мм	Шорсткість контрольованої поверхні Ra, мкм, не більше
А	2,0	0,5	2,5
Б	10,0	0,5	10,0
В	25,0	0,5	10,0

5.1.6 Необхідність і обсяг магнітопорошкового контролю, а також норми оцінки якості та умовний рівень чутливості при контролі напівфабрикатів і основного металу виробів повинні відповідати вимогам стандартів (технічних умов) на напівфабрикати та/або конструкторської документації на виріб, а при контролі зварних з'єднань і наплавлень – вимогам нормативних документів з контролю та оцінки якості.

5.1.7 Магнітопорошковий контроль проводиться за технологічними картами контролю, у яких вказуються як мінімум такі відомості:

- позначення документа, за яким проводиться контроль;
- позначення типів (груп) контрольованих об'єктів (напівфабрикатів, виробів або зварних з'єднань та наплавлень) із зазначенням в необхідних випадках номера креслень та стадії для проведення контролю;
- найменування контрольованого об'єкта;
- обсяг контролю;
- ескіз контрольованого об'єкта із зазначенням габаритних розмірів (за необхідності);
- розміри, розташування зон контролю і зон перекриття;
- умовний рівень чутливості;
- шорсткість контрольованої поверхні;
- вид і спосіб намагнічування;
- значення намагнічуючого струму або напруженості магнітного поля;
- засоби контролю (апаратура, матеріали);
- освітленість контрольованої поверхні;
- норми оцінки якості;
- необхідність розмагнічування.

5.1.8 ТКК розробляються підрозділом контролю металу ВП АЕС, ВП АРС та ВП АЕМ ДП «НАЕК «Енергоатом». Кожна ТКК повинна бути підписана розробником, керівником підрозділу контролю металу із зазначенням дати та облікового номеру. Допускається також використовувати типові ТКК, узгоджені у встановленому у ВП порядку.

## **5.2 Вимоги до апаратури для магнітопорошкового контролю**

5.2.1 Для контролю магнітопорошковим методом використовується така апаратура:

- портативні (ручні) ярмові електромагніти змінного та постійного струму;
- портативні (ручні) дефектоскопи на постійних магнітах;
- стаціонарні генератори змінного струму з накладними (знімними) електроконтактами;
- провідники зі змінним струмом, які контактують з об'єктом контролю шляхом намотування на його зовнішню поверхню або протягування крізь нього (з внутрішньої сторони);
- стаціонарна котушка (соленоїд) змінного струму;
- джерела освітлення поверхні контрольованого об'єкта;
- прилади для вимірювання величини тангенціальної складової напруженості намагнічуючого поля (датчики Холла) та/або струму з похибкою вимірювання не більше 10 %; відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 9934-3

- прилади для вимірювання величини та напрямку тангенціальної складової напруженості намагнічуючого поля (індикатори потоку накладного типу);
- прилади для вимірювання концентрації індикаторних матеріалів;
- прилади для вимірювання видимого світла та інтенсивності УФ-випромінювання на поверхні контрольованого об'єкта;
- розмагнічувальні пристрої і прилади для оцінки рівня розмагніченості;
- контрольні зразки (КЗ);
- еталонні зразки (ЕЗ);
- інша допоміжна апаратура та засоби контролю.

5.2.2 Апаратура для намагнічування змінним струмом повинна відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 9934-3. Апаратура для намагнічування, зазначена в 5.2.1, повинна забезпечувати можливість створення напруженості магнітного поля на поверхні контрольованого об'єкта, яка визначається за 5.4.3.2 і 5.4.3.3.

5.2.3 Апаратура, в якій намагнічування поверхні контрольованого об'єкта здійснюється змінним, постійним або імпульсним струмами, при контролі способом залишкової намагніченості повинна забезпечувати виключення струму в момент, коли значення залишкової індукції становить не менше 0,9 її максимального значення для цього матеріалу при обраному режимі. Апаратура, в якій намагнічування поверхні контрольованого об'єкта здійснюється змінним або випрямленим струмом, при контролі способом прикладеного поля повинна відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 9934-1.

5.2.4 Допускається застосування нових методичних рішень, спеціалізованої апаратури та інших засобів контролю, у тому числі іноземних фірм, за умови дотримання техніки безпеки і вимог до контролю за цим стандартом. Застосування їх має бути погоджене з Держатомрегулювання.

У разі використання для МПК автоматизованих систем контролю вони повинні бути атестовані згідно з вимогами НП 306.2.113-2005.

5.2.5 Прилади для вимірювання величини тангенціальної складової напруженості намагнічуючого поля та (або) струму, зазначені в 5.2.1, повинні відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 9934-3 та застосовуватись для виконання таких завдань:

- визначення характеристик обладнання для намагнічування;
- перевірка параметрів контролю.

Вимірювання струму намагнічування та напруженості магнітного поля необхідно здійснювати з урахуванням вимог 9.2, 9.3 ДСТУ EN ISO 9934-3.

5.2.6 Індикатори потоку накладного типу (тест-зразок за Бертольдом, тест-зразок D 250 тощо), що знаходяться в контакті з поверхнею контрольованого об'єкта, надають показання про величину та напрямок напруженості тангенціального магнітного поля, але їх не застосовують для визначення достатності намагнічування.

5.2.7 Освітленість поверхні об'єкта контролю необхідно визначати за допомогою вимірювача освітленості (люксметра) в робочих умовах. Характеристика вимірювача повинна бути подібною кривій відносної спектральної світлової ефективності для денного зору людського ока. При вимірюванні видимого світла від УФ-джерел люксметр повинен бути нечутливим до ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. В конструкцію приладу повинні входити відповідні фільтри. Інтенсивність УФ-А випромінювання слід вимірювати в робочих умовах на поверхні об'єкта контролю за допомогою УФ-А радіометра відповідно до вимог 6.2 ДСТУ EN ISO 3059.

5.2.8 Засоби для розмагнічування можуть входити до складу обладнання для намагнічування. Крім того, розмагнічування може здійснюватися за допомогою окремого обладнання. Це обладнання повинно забезпечувати розмагнічування до певного рівня (як правило,  $4 \div 10$  А/см) за відсутності інших вимог.

5.2.9 Контрольні зразки зазначені в 5.2.1 застосовуються для виконання таких завдань:

- перевірка відповідності індукції (намагнічування) на поверхні об'єкта контролю;
- загальна перевірка чутливості (перевірка працездатності магнітних індикаторів).

Контрольний зразок повинен бути розмагнічений і очищений від слідів магнітного індикатора, застосованого під час попереднього контролю.

5.2.10 Еталонні зразки, зазначені в 5.2.1, застосовуються для виконання таких завдань:

- випробування типу та партії магнітних індикаторів;
- випробування магнітних індикаторів, які знаходяться в експлуатації.

Ці випробування повинні проводитись у відповідності до вимог додатку А ДСТУ EN ISO 9934-2. Еталонні зразки, які застосовуються при цих випробуваннях, повинні відповідати вимогам додатку В ДСТУ EN ISO 9934-2.

5.2.11 Вимірювальні прилади, зазначені в 5.2.5–5.2.7, підлягають періодичній калібровці (відомчій повірці) у відповідності до вимог СОУ НАЕК 011.

### 5.3 Дефектоскопічні матеріали

5.3.1 Всі засоби дефектоскопічного контролю повинні бути підготовлені відповідно до інструкцій виробника.

5.3.2 В якості індикаторів несущільностей при магнітопорошковому контролі використовуються чорні або кольорові магнітні індикаторні матеріали, флюоресцентні індикаторні матеріали або їх суспензії з такими діапазонами зернистості:

- менший діаметр  $d_1$ : не більше ніж 10% частинок повинні мати діаметр менше ніж  $d_1$ ;
- середній діаметр  $d_a$ : 50% частинок повинні бути більше і 50% – менше ніж  $d_a$ ;
- більший діаметр  $d_u$ : не більш ніж 10% частинок повинні мати діаметр більше ніж  $d_u$ .

Розмір частинок для порошків –  $d_1$  в основному повинен бути  $\geq 40$  мкм.

Розмір частинок встановлює виробник та підтверджує здатність магнітних індикаторів (суспензій та порошків) виконувати свої функції відповідними випробуваннями, зазначеними у розділі 7 ДСТУ EN ISO 9934-2.

5.3.3 Кожна партія матеріалів для дефектоскопії повинна бути проконтрольована згідно з 7.4.2 СОУ НАЕК 160.

Допускається вхідний контроль якості (роздільної здатності) магнітних індикаторів проводити за допомогою аналізатора концентрації магнітних чорнил за методикою, розробленою експертною організацією, або із застосуванням еталонних зразків, зазначених в 5.2.10.

5.3.4 Дефектоскопічні матеріали, в яких минув термін придатності, допускається застосовувати після погодження з виробником

5.3.5 При проведенні магнітопорошкового контролю допускається використання дефектоскопічних матеріалів в аерозольному пакованні. Ці матеріали повинні відповідати вимогам ДСТУ EN ISO 9934-2.

5.3.6 Норми витрат матеріалів встановлюються виконавцем робіт.

5.3.7 При приготуванні магнітних чорнил вміст чорного, кольорового або флюоресцентних індикаторних матеріалів в рідині-носії повинен відповідати рекомендації виробника порошку, зазначеній в настанові з його застосування.

5.3.8 В якості рідини-носія для приготування магнітних чорнил застосовуються: вода, гас, мастило та суміш гасу з мастилом.

При використанні флюоресцентних індикаторних матеріалів середовище рідини-носії не повинна гасити флюоресценцію індикатора та створювати додатковий фон, який ускладнює розшифрування індикацій.

Флюоресценція рідини-носія повинна задовольняти вимогам ДСТУ EN ISO 9934-2.

До складу водяних магнітних чорнил повинні входити поверхнево-активні, антикорозійні, антивспінюючі та антикоагулюючі компоненти. Вміст сірки та галогенів (хлор, фтор) в магнітному чорнилі повинний задовольняти вимогам ДСТУ EN ISO 9934-2.

Для магнітних чорнил не на водяній основі повинна бути наведена температура спалаху (метод відкритого тиглю) рідини-носія.

5.3.9 Водну магнітну суспензію необхідно оберегати від мастила, яке викликає коагуляцію магнітних частинок, що знижує її чутливість до виявлення несуцільностей.

5.3.10 Концентрація магнітних чорнил при неодноразовому застосуванні перевіряється перед проведенням контролю аналізатором концентрації суспензії або на еталонних зразках, зазначених в 5.2.10.

5.3.11 Якість готових магнітних чорнил (магнітних частинок, при сухому способі нанесення) перед проведенням контролю перевіряється на контрольному зразку з несуцільностями, що задовольняють заданому рівню чутливості контролю.

5.3.12 Допускається застосування імпорتنих контрольних зразків та індикаторів поля, якщо їх застосування не суперечить вимогам цього стандарту.

5.3.13 Допускається використання контрольних зразків з природними дефектами.

5.3.14 Кожен контрольний зразок має відповідати вимогам додатку В ДСТУ EN ISO 9934-2.

5.3.15 До контрольного зразка додається паспорт, який повинен містити:

- фотографію зразка з виявленими несуцільностями;
- марку матеріалу зразка;
- розміри несуцільностей (ширина розкриття, глибина, довжина);
- висновок про рівень чутливості;
- режим намагнічування;
- результати повірки/калібрування;
- умови зберігання;
- підпис керівників служби неруйнівного контролю та метрології.

Форма і зміст паспортів на імпорتنі контрольні зразки і індикатори поля встановлюється виробником (постачальником) цих засобів контролю. Такий паспорт має містити, як мінімум, передбачену цим пунктом інформацію.

5.3.16 Контрольні зразки підлягають щорічній відомчій повірці/калібруванню.

## 5.4 Проведення магнітопорошкового контролю

5.4.1 Перед проведенням магнітопорошкового контролю необхідно:

- ознайомитися з технологічною картою МПК;
- перевірити працездатність апаратури для намагнічування (пристрою, що намагнічує);
- приготувати й перевірити якість дефектоскопічних матеріалів;
- підготувати комплект для МПК;
- оцінити придатність контрольованої поверхні до проведення МПК.

5.4.1.1 Поверхня, що підлягає контролю, повинна бути очищена від шлаку, окалини та інших забруднень, що заважають проведенню магнітопорошкового контролю. При магнітолюмінесцентному контролі якість підготовки поверхні перевірити в УФ випромінюванні на наявність хибних індикацій. При цьому ширина контрольованої зони зварних з'єднань приймається згідно 11.1.12 СОУ НАЕК 160.

5.4.1.2 Виявлені при візуальному контролі дефекти повинні бути усунені до проведення магнітопорошкового контролю.

5.4.1.3 Підготовка поверхні та усунення дефектів по 5.4.1.1 и 5.4.1.2 в обов'язки персоналу НК не входить.

5.4.1.4 Магнітопорошковий контроль відповідно до ДСТУ EN ISO 9934-1 допускається проводити на поверхнях, які покриті тонкими неферомагнітними покриттями товщиною до 50 мкм.

5.4.1.5 Поверхня, що підлягає контролю і має сліди мастила або жировмісних суспензій, знежирюється, якщо контроль проводиться з використанням водної магнітної чорнил, і додатково просушується, якщо контроль проводиться сухим способом. При необхідності (наприклад, для об'єкта контролю з темною поверхнею) наноситься контрастне покриття товщиною до 50 мкм.

5.4.1.6 Перевірка працездатності апаратури для намагнічування і якості дефектоскопічних матеріалів здійснюється перед проведенням контролю за допомогою вимірювачів напруженості поля та/або струму, контрольних зразків, а також приладів для вимірювання концентрації суспензії або еталонних зразків відповідно до 5.3.10.

5.4.2 При проведенні магнітопорошкового контролю виконуються такі операції:

- вибір способу і режиму контролю (при розробленні ТКК);
- намагнічування об'єкта контролю;
- перевірка достатності намагнічування;
- нанесення магнітного індикатора;
- оцінка результатів контролю;
- відмітка дефектного місця;
- розмагнічування об'єкта контролю (за необхідності).

5.4.3 Вибір способу та режиму магнітопорошкового контролю проводиться залежно від магнітних властивостей металу об'єкта контролю і необхідної чутливості. Магнітопорошковий контроль здійснюється способами намагнічування пропусканням струму або намагнічування магнітним потоком.

5.4.3.1 При необхідності проведення контролю з більш високим рівнем чутливості слід застосовувати спосіб намагнічування пропусканням струму через частину об'єкта.

5.4.3.2 Контроль способами намагнічування магнітним потоком проводять у таких випадках:

- контрольований об'єкт виконаний із магнітом'якого матеріалу, що має коерцитивну силу  $H_c \leq 10$  А/см;
- контрольований об'єкт виконаний із магнітотвердого матеріалу, що має коерцитивну силу  $H_c > 10$  А/см та залишкову магнітну індукцію  $B_r > 0,5$  Т;
- контрольований об'єкт має складну форму або мале подовження (відношення довжини до її діаметру);
- об'єкт контролюють з метою виявлення підповерхневих дефектів на глибині більше 0,01 мм;
- контрольований об'єкт має великий діаметр, а наявна потужність апаратури недостатня для отримання необхідної сили струму для його намагнічування;
- якщо контролюють локальні ділянки великогабаритного об'єкта за допомогою переносних електромагнітів або із застосуванням дефектоскопів на постійних магнітах;
- якщо контролюють об'єкт з використанням електромагнітів постійного струму.

5.4.3.3 При контролі способами намагнічування магнітним потоком, напруженість магнітного поля, необхідна для забезпечення необхідного рівня чутливості, визначається виходячи з коерцитивної сили  $H_c$  матеріалу об'єкта контролю за кривими, які відповідають умовним рівням чутливості А, Б, В (рис. 5.1), або розраховується за формулами:

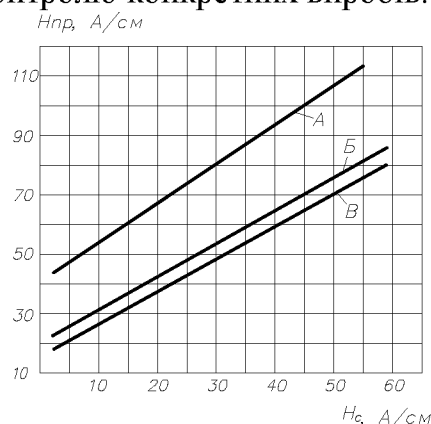
$$A = 42 + 1,3H_c \quad (1)$$

$$B = 20 + 1,1H_c \quad (2)$$

$$V = 15 + 1,1H_c \quad (3)$$

Значення коерцитивної сили основних марок сталей наведені в додатку Б.

5.4.3.4 Значення напруженості магнітного поля можуть бути уточнені експериментально під час контролю конкретних виробів.



Де,  $H_{пр}$  – напруженість магнітного поля;  $H_c$  - коерцитивна сила; А, Б, В – умовні рівні чутливості

Рисунок 5.1 – Залежність напруженості магнітного поля від коерцитивної сили контрольованого матеріалу

5.4.4 Намагнічування контрольованого об'єкта може проводитися способами проходження струму або способами намагнічування магнітним потоком. Типові схеми та способи намагнічування відповідно до ДСТУ EN ISO 17638 і ДСТУ EN ISO 9934-1 наведені в додатках Г та Д.

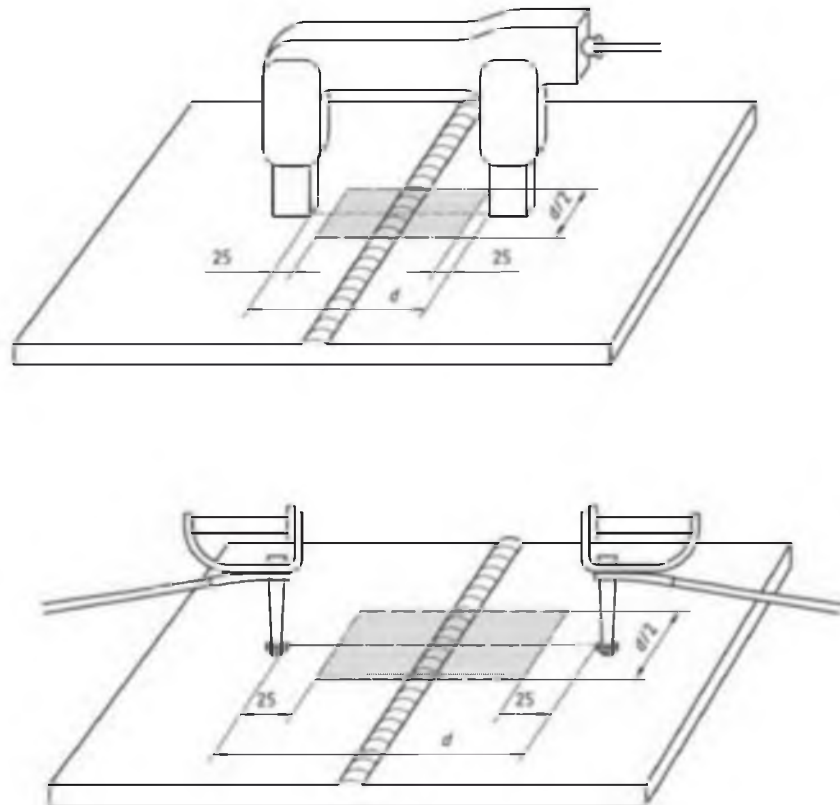


5.4.4.1 Комбінований спосіб намагнічування при контролі, здійснюється шляхом накладення двох ортогонально спрямованих струмів або магнітних полів одночасно способом прикладеного поля.

5.4.4.2 Розрахунок струму намагнічування можна проводити за формулами, наведеними в додатку Г.

5.4.4.3 Для зменшення нагріву контрольованого об'єкта рекомендується застосовувати переривчастий режим намагнічування тривалістю від 0,1 с до 3,0 с з перервами між циклами намагнічування до 5 с.

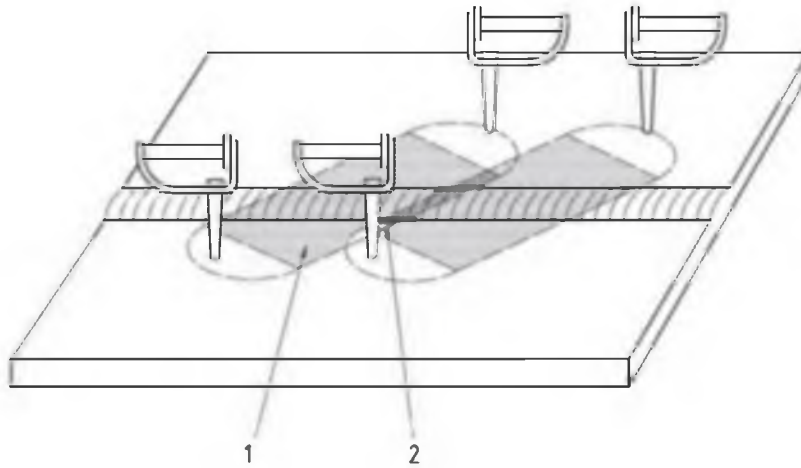
5.4.4.4 Відповідно до вимог ДСТУ EN ISO 17638 довжина шляху проходження струму або магнітного потоку в матеріалі повинна бути на 50 мм більше зварного шва і зони термічного впливу, та у всіх випадках вона повинна знаходитись в ефективній зоні МПК. Приклади наведено на рисунку 5.2. Напрямок намагнічування визначається відносно орієнтації зварного шва. Для виявлення різноорієнтованих несутцільностей намагнічування кожної зони контролю проводиться в двох напрямках, відносно перпендикулярних один одному з максимальним відхиленням  $30^\circ$ .



$d$  – відстань між полюсами

Рисунок 5.2 – Приклади ефективних зон контролю при намагнічуванні ярмовими магнітами та електроконтактами

5.4.4.5 З метою виключення пропуску несущільностей в місцях стикування зон контролю кожна подальша ділянка що намагнічується повинна достатньо перекривати попередню, як це показано на рисунку 5.3.



1 - ефективна зона, 2 – перекриття.

Рисунок 5.3 – Перекриття зон контролю

5.4.4.6 При намагнічуванні способом пропускання струму через контрольований об'єкт з метою попередження прижогів рекомендується:

- використовувати наконечники або прокладки з металу з низькою температурою плавлення (свинцю, цинку, сплав алюмінію та цинку тощо);
- періодично зачищати наконечники електроконтактів, не допускаючи їх почорніння;
- вмикати і вимикати струм тільки при надійному електричному контакті електрода намагнічуючого пристрою з об'єктом контролю.

5.4.4.7 При контролі виробів в поздовжньому магнітному полі, в розімкненому магнітному ланцюзі необхідно враховувати вплив на чутливість контролю розмагнічуючого чинника, пов'язаного з формою виробу, особливо для виробів, що мають відношення довжини до еквівалентного діаметру менше 5. В цьому випадку необхідно:

- складати контрольовані вироби в ланцюг;
- застосовувати подовжувальні наконечники;
- застосовувати змінний або імпульсний струм намагнічування.

5.4.5 Відповідність намагнічування (тангенціальної складової напруженості магнітного поля) встановленим вимогам на поверхні контрольованого об'єкта може бути підтверджена одним або декількома з таких способів:

- контрольний зразок (КЗ), що містить дефект природного або штучного походження;
- вимірювання тангенціальної складової напруженості магнітного поля в точках, розташованих якомога ближче до поверхні контрольованого об'єкта, з використанням датчика Холла;
- розрахунок тангенціальної складової напруженості магнітного поля для способів намагнічування шляхом пропускання струму. У більшості випадків застосовуються формули, які наведені в додатку Г;
- інші способи, що підтверджують відповідність намагнічування (тангенціальної складової напруженості магнітного поля) на поверхні контрольованого об'єкта встановленим вимогам.

Вимірювання тангенціальної складової напруженості магнітного поля поблизу різких змін форми поверхні контрольованого об'єкта або в місцях виходу магнітного потоку з зовнішньої поверхні може викривити результати вимірювання. Вимірювання проводяться у відповідності до вимог ДСТУ EN ISO 9934-3.

У відповідності до вимог ДСТУ EN ISO 17638 для зварних швів конструкційних сталей рекомендується тангенціальна складова напруженості магнітного поля від 20 А/см до 60 А/см (середньоквадратичне значення).

5.4.6 Магнітний індикатор на контрольовану намагнічену поверхню наноситься сухим або мокрим способом у вигляді порошку або суспензії відповідно.

5.4.6.1 При сухому способі магнітні частинки напильюються на контрольовану поверхню з одночасним видаленням його з бездефектної поверхні слабким потоком повітря або іншим способом.

5.4.6.2 При мокрому способі магнітне чорнило наноситься на контрольовану поверхню шляхом занурення у ванну, розпилення або поливу слабким потоком, що не змиває осілі частинки над несучільністю, з обов'язковим стіканням її з поверхні. Для забезпечення стікання магнітних чорнил поверхня має бути нахилена.

5.4.6.3 Магнітний індикатор на контрольовану поверхню при контролі способом магнітного потоку наноситься одночасно з намагнічуванням об'єкта контролю. Намагнічування припиняється після стікання з контрольованої поверхні основної маси чорнил. При цьому під стіканням основної маси магнітних чорнил розуміється стан, при якому подальше стікання не змінює картини відкладення частинок над дефектом. Огляд контрольованої поверхні проводиться після припинення намагнічування.

5.4.6.4 При контролі коротких виробів в поздовжньому полі розімкнутого магнітного кола згідно з 5.4.4.7 магнітний індикатор наноситься до роз'єму об'єктів контролю. Огляд допускається проводити окремо, після стікання основної маси магнітних чорнил.

5.4.6.5 Залежно від кольору (фону) контрольованої поверхні слід застосовувати магнітні частинки, що створюють найбільшу контрастність зображення несучільностей.

5.4.7 Результати контролю оцінюються за наявністю на контрольованій поверхні індикаторного сліду у вигляді чіткого щільного валика магнітних частинок, видимого неозброєним оком або з використанням лупи до 7-кратного збільшення і відтвореного кожен раз при повторному нанесенні магнітних чорнил або магнітних частинок без урахування належності його до поверхневої або підповерхневої несучільності. При цьому довжина індикаторного сліду лінійної несучільності дорівнює протяжності виявленої несучільності.

5.4.7.1 Кожна виявлена несучільність повинна бути позначена фарбою, кольоровим олівцем або іншими способами.

5.4.7.2 Освітленість контрольованої поверхні при використанні чорних і кольорових магнітних частинок повинна бути не менше 1000 лк. При цьому слід застосовувати комбіноване освітлення (загальне та місцеве). При проведенні контролю в затемненому приміщенні з використанням флуоресцентних індикаторних матеріалів застосовують джерела УФ-випромінювання з максимальною інтенсивністю  $365 \pm 5$  нм та шириною спектральної лінії - 30 нм.

5.4.7.3 До хибних індикаторних слідів відносяться:

- індикації, викликані контактом з іншим феромагнітним матеріалом або магнітом, що зникають після розмагнічування;
- розмиті нечіткі індикації, викликані переходом одного перерізу виробу до іншого;
- розмиті нечіткі індикації, викликані місцевими змінами магнітних властивостей металу (наприклад, по межах зварних швів);
- індикації у вигляді широких груп дрібних і паралельних осаджень частинок, викликані надмірним полем, що намагнічує.

Всі ознаки індикаторних слідів, які не можуть з повною впевненістю інтерпретуватися як помилкові, слід розглядати як лінійні та округлі, з обов'язковою їх фіксацією.

5.4.8 Необхідність розмагнічування, перевірка ступеня розмагнічування, а також допустима норма залишкової намагніченості кожного об'єкта контролю встановлюються виробничо-технологічною документацією на контроль. За відсутності таких вимог у ВТД допустима норма залишкової намагніченості не повинна перевищувати значень, передбачених пунктом 5.2.8.

5.4.8.1 Розмагнічування здійснюють шляхом впливу на деталь знакозмінного магнітного поля, що спадає від початкового значення амплітуди до нуля. Розмагнічуюче поле може бути змінним (промислової або низької частоти), постійним (випрямленим імпульсним), змінної полярності та з різною частотою комутації.

5.4.8.2 Напруженість початкового розмагнічуючого поля повинна бути не менше величини намагнічуючого поля, а в разі відсутності даних про початкове намагнічуюче поле - не менше п'яти значень коерцитивної сили матеріалу виробу.

5.4.8.3 Розмагнічування масивних виробів доцільно проводити ділянками за допомогою електромагнітів, плоских котушок, гнучкого кабелю, використовуючи при необхідності такі прийоми:

- багатократне (повторне) розмагнічування виробу або його ділянки;
- збільшення часу процесу розмагнічування від 30 с до 60 с;
- зменшення частоти магнітного змінного поля;
- обертання об'єкта контролю в різних площинах відносно розмагнічуючого поля.

5.4.8.4 При розмагнічуванні об'єктів контролю з відношенням довжини до товщини менше 5, їх необхідно розташовувати ланцюжком або використовувати подовжувачі з метою зниження розмагнічуючого фактора. Джерела розмагнічуючого поля необхідно розміщувати таким чином, щоб ось об'єкта контролю (особливо довгих деталей) була орієнтована із заходу на схід для зниження підмагнічуючого поля Землі.

5.4.8.5 Ступінь розмагнічування визначається за допомогою вимірювачів або градієнтометрів магнітних полів.

Якісну (орієнтовну) оцінку ступеня розмагнічування проводять по тяжінню до розмагніченого виробу малих феромагнітних мас, по відхиленню стрілки компаса тощо.

## 5.5 Реєстрація індикацій

5.5.1 Індикації повинні реєструватися за допомогою одного чи декількох з нижченаведених способів:

- письмовий опис;
- креслення;
- фотографія;
- липка прозора стрічка;
- прозорий лак для фіксації індикації на поверхні контролю;
- відшаровуване контрастне покриття;
- відеозапис;
- розсіювання магнітних частинок в епоксидній смолі;
- магнітні стрічки;
- електронне сканування.

## 5.6 Оформлення результатів магнітопорошкового контролю

5.6.1 Звітна (висновок, протокол) та облікова (журнали) документація за результатами магнітопорошкового контролю оформлюється відповідно до вимог СОУ НАЕК 160 СОУ НАЕК 078 та ДСТУ EN ISO 17638

За результатами контролю складається відповідний протокол, який повинен містити в собі, наступну інформацію:

- найменування організації, що проводить контроль;
- місце проведення контролю;
- опис та ідентифікаційні позначення контрольованого об'єкта;
- етап проведення контролю (наприклад, до або після термооброблення, до або після чистового оброблення);
- посилання на відповідні стандарти, оформлену у письмовому вигляді методичку контролю та використані технологічні карти;
- опис використаного обладнання;
- спосіб намагнічування із зазначенням (у разі потреби) значень струму, тангенціальної складової напруженості магнітного поля, форми коливань, відстані між контактами чи полюсами, розмірів обмотки тощо;
- використані засоби дефектоскопічного контролю (індикаторні матеріали) і контрастна фарба (у разі застосування);
- підготовка поверхні;
- умови огляду контрольованого об'єкта;
- максимальна залишкова напруженість магнітного поля після проведення контрольних випробувань (у разі потреби);
- спосіб реєстрації і маркування індикацій дефектів;
- дата проведення контрольних випробувань; прізвище, дані про кваліфікацію і підпис особи, яка проводила контрольні випробування.

Висновок (протокол) за результатами контролю підписується керівником підрозділу неруйнівного контролю організації, яка проводила контроль.

5.6.2 Результати магнітопорошкового контролю повинні реєструватися в журналі організацією, що проводила контроль.

5.6.3 Вимоги до звітної документації для зварних з'єднань справедливі і для основних матеріалів (напівфабрикатів).

5.6.4 Журнал і висновок можуть бути доповнені іншими відомостями.

## **6 КВАЛІФІКАЦІЯ ПЕРСОНАЛУ**

6.1 До проведення магнітопорошкового контролю основних матеріалів (напівфабрикатів), зварних з'єднань і наплавлень обладнання і трубопроводів АЕС допускається персонал з неруйнівного контролю (фахівці, дефектоскопісти, лаборанти тощо), допущений до самостійної роботи згідно з ПЛ-К.0.07.005, який пройшов теоретичну і практичну підготовку з проведення магнітопорошкового контролю і атестований відповідно до вимог СОУ НАЕК 131.

6.2 Персонал з неруйнівного контролю ВП АЕС, ВП АРС та ВП АЕМ ДП «НАЕК «Енергоатом» і сторонніх організацій має право проводити контроль основних матеріалів (напівфабрикатів), зварних з'єднань і наплавлень обладнання і трубопроводів АЕС за умови наявності в нього посвідчень встановленої форми на право проведення магнітопорошкового контролю. При цьому постійно діюча атестаційна комісія ВП АЕС/ВП АРС, на яких заплановано виконання відповідних робіт, повинна провести додатковий практичний іспит для персоналу з неруйнівного контролю інших ВП ДП «НАЕК «Енергоатом» і сторонніх організацій, які залучаються до експлуатаційного контролю металу.

6.3 До проведення магнітопорошкового контролю з оцінкою якості основних матеріалів (напівфабрикатів), зварних з'єднань і наплавлень обладнання і трубопроводів АЕС допускається персонал з неруйнівного контролю, який має кваліфікацію не нижче Рівня II згідно вимог СОУ НАЕК 131.

## **7 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ**

7.1 При проведенні магнітопорошкового контролю необхідно дотримуватись вимог безпеки відповідно до НПАОП 0.00-1.69-13.

7.2 Роботи з магнітопорошкового контролю на висоті повинні проводитися з дотриманням вимог НПАОП 0.00-1.71-13 і НПАОП 0.00-1.15-07. При виконанні робіт на висоті необхідно виключити можливість падіння обладнання та інших предметів, персонал з НК повинен бути забезпечений спеціальними страхувальними засобами. Риштування та помости мають забезпечувати безпечне й зручне розташування персоналу з НК.

7.3 Персонал з НК, який виконує контроль, повинен бути забезпечений спецодягом відповідно до НПАОП 0.00-3.23-18 і необхідними засобами індивідуального захисту залежно від обсягів і умов виконання робіт.

При магнітопорошковому контролі можливе використання легкозаймистих та (або) легколетучих матеріалів. У таких випадках місця проведення робіт потрібно розташовувати якнайдалі від джерел нагріву або вогню чи використовувати захисні екрани. Персоналу слід виключати тривалий або багаторазовий контакт дефектоскопічних матеріалів і контрастних фарб зі шкірою або слизовими оболонками. Матеріали для контролю необхідно використовувати відповідно до вказівок виробника. При використанні джерел УФ-випромінювання повинні бути вжиті заходи для того, щоб нефільтроване випромінювання від УФ-джерела не було направлено в очі персоналу з НК. УФ-фільтри повинні завжди підтримуватися у справному стані, незалежно від того, чи є вони складовою частиною джерела або окремим компонентом.

**ДОДАТОК А**  
(довідковий)

**ФОРМА ПАСПОРТА НА КОНТРОЛЬНИЙ ЗРАЗОК**

ПАСПОРТ  
на контрольний зразок № \_\_\_\_\_

Контрольний зразок зі сталі марки \_\_\_\_\_ призначений для оцінки виявляючої здатності магнітного індикатора.

На зразку є \_\_\_\_\_ поверхневих тріщин. Нумерація тріщин починається з клейма. Розміри тріщин представлені в таблиці.

Номер зразка	Номер тріщини від клейма	Розміри тріщин			Дата чергового Метрологічного підтвердження
		ширина, мкм	глибина, мкм	довжина, мм	

Режим намагнічування:

Контрольний зразок пройшов метрологічне підтвердження (дата) і визнаний придатним для магнітопорошкового контролю по умовному рівню чутливості \_\_\_\_\_ (А, Б, В).

Фотографія контрольного зразка додається.

Контрольний зразок повинен зберігатися в сухому місці в коробці.

\_\_\_\_\_ (дата і підпис керівника підрозділу неруйнівного контролю)

\_\_\_\_\_ (дата і підпис керівника метрологічної служби)

**ДОДАТОК Б**  
(довідковий)

**ЗНАЧЕННЯ КОЕРЦИТИВНОЇ СИЛИ, ЗАЛИШКОВОЇ ІНДУКЦІЇ І ПОЛЯ НАСИЧЕННЯ ДЛЯ ОСНОВНИХ СТАЛЕЙ**

Таблиця Б.1

Марка сталі	Термічна обробка	Залишкова індукція $B_r$ , Т	Коерцитивна сила $H_c$ , А/см	Поле насичення $H_{нас}$ , А/см
1	2	3	4	5
10	У стані постачання	0,8	2,4	40
20	У стані постачання	1,17	3,2	80
22К	У стані постачання	1,1	5,0	85
25Л	Нормалізація від 880 °С до 900 °С, відпуск від 610 °С до 630 °С	1,1	3,7	50
45	Загартування від 860 °С, відпуск від 380 °С до 420 °С	0,79	22,2	160
	Загартування від 820 °С, відпуск при 450 °С	0,83	13,6	160
	Загартування від 820 °С, відпуск при 535 °С	1,03	12,0	100
	Загартування від 850 °С, відпуск при 600 °С	0,82	28,0	160
16ГНМА	Нормалізація від 920 °С до 940 °С, відпуск від 620 °С до 670 °С	1,1	4,0	80
10ГН2МФА	Загартування від 850 °С, відпуск при 650 °С	1,18	6,6	90
15Х2НМФА	Загартування від 920 °С, відпуск при 650 °С	1,2	6,5	100
08Х14МФ	Загартування від 1000 °С, відпуск від 760 °С до 780 °С	0,9	7,8	90
15Х1М1Ф	Нормалізація від 1020 °С до 1050 °С, відпуск від 730 °С до 760 °С	1,08	5,0	50
15Х1М1ФЛ	Нормалізація від 1020 °С до 1050 °С, нормалізація від 1000 °С до 1010 °С, відпуск від 720 °С до 750 °С	1,4	5,3	80
12ХМ	Нормалізація від 880 °С до 920 °С, відпуск від 620 °С до 650 °С	1,06	3,6	50
12Х1МФ	Нормалізація від 950 °С до 980 °С, відпуск від 730 °С до 760 °С	1,0	5,7	60
20ХМ	Нормалізація від 880 °С до 920 °С, відпуск від 620 °С до 650 °С	1,2	5,3	50
20ХМФА	Нормалізація від 980 °С до 1000 °С; нормалізація від 960 °С до 980 °С, відпуск від 710 °С до 740 °С	1,3	6,4	60



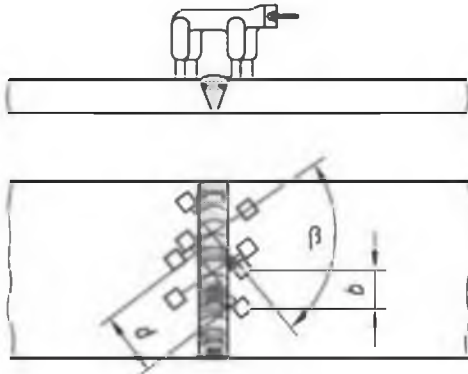
Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5
20Х3МВФ (ЭИ-415)	У стані постачання Загартування від 1050 °С, відпуск при 680 °С	0,67 1,33	14,0 13,5	80 60
16ГС	Загартування від 930 °С, відпуск при 580 °С	-	4,8	-
20ГСЛ	Нормалізація від 880 °С до 920 °С, відпуск від 520 °С до 550 °С	1,15	3,9	-
12ХН3А	Цементация при 910 °С Загартування від 800 °С до 830 °С, відпуск від 160 °С до 200 °С	0,7 0,8	12 10,3	120 200
20ХНЧФА	Загартування від 850 °С, відпуск при 600 °С	1,15	10,0	80
25ХГСА	Загартування від 890 °С, відпуск при 630 °С	1,4	9,5	70
30ХГСА	Загартування від 880 °С, відпуск від 620 °С до 640 °С	1,08	12,0	-
34ХН3МА	Нормалізація від 850 °С до 870 °С, відпуск при 600 °С	1,17	7,5	80
38ХА	Загартування від 860 °С, відпуск при 550 °С	1,45	10	60
38ХМЮА	Загартування від 940 °С, відпуск при 650 °С, азотування	1,0	16,2	160
38ХН3МФА	Загартування від 850 °С, відпуск при 600 °С	1,15	10	100
08Х17Т (ЭИ-645)	Відпал від 760 °С до 780 °С	0,41	4,0	100
1Х17Н2 (ЭИ-268)	Загартування від 1030 °С, відпуск при 350 °С Загартування від 1030 °С, відпуск при 680 °С	0,63 0,7	32,0 16	- -
12Х13	Нормалізація від 1020 °С, відпуск при 750 °С	1,11	4,0	50
20Х13	Загартування від 1025 °С, відпуск при 620 °С	0,58	11,1	80
22КВДП	У стані постачання	1,4	3,0	-
1Х14НДЛ 48ТС	У стані постачання	1,05	9,5	-
15Х3МФ	У стані постачання	1,25	6,0	-
<p><b>Примітка 1.</b> Магнітна проникність наведених вище сталей – більше 40.</p> <p><b>Примітка 2.</b> Сталі марок 12ХН3А, 20Х13, 38ХН3МФА, 30ХГСА відносяться до сталей, що азотуються, та можуть бути використані для виготовлення контрольних зразків.</p>				

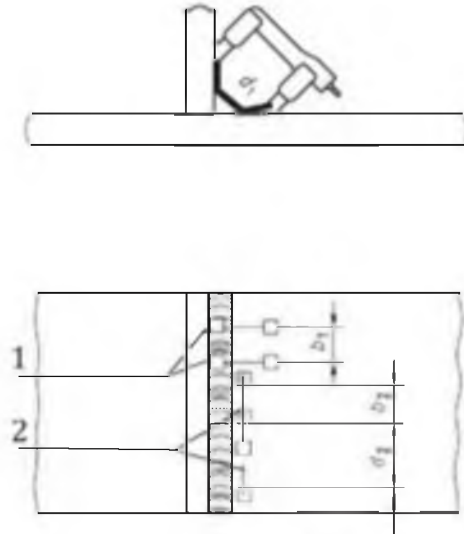
## ДОДАТОК В (довідковий)

### ТИПОВІ СХЕМИ НАМАГНІЧУВАННЯ

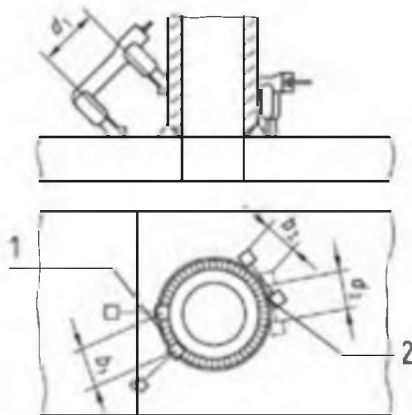
#### В.1 Схеми намагнічування для ярмових електромагнітів



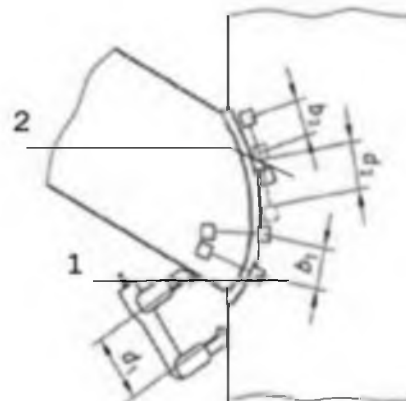
$d \geq 75 \text{ мм};$   
 $b \leq d/2;$   
 $\beta \approx 90^\circ.$   
 Рисунок В.1



$d1 \geq 75 \text{ мм};$   
 $b1 \leq d1/2;$   
 $b2 \leq d2 - 50 \text{ мм};$   
 $d2 \geq 75 \text{ мм}.$   
 Рисунок В.2



$d1 \geq 75 \text{ мм};$   
 $d2 \geq 75 \text{ мм};$   
 $b1 \leq d1/2;$   
 $b2 \leq d2 - 50 \text{ мм};$   
 Рисунок В.3

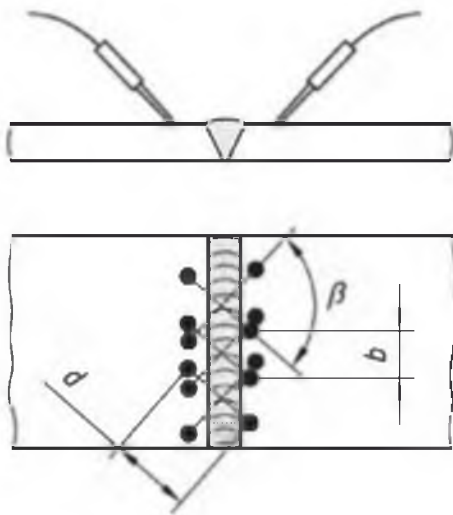


$d1 \geq 75 \text{ мм};$   
 $d2 > 75 \text{ мм};$   
 $b1 \leq d1/2;$   
 $b2 \leq d2 - 50 \text{ мм}.$   
 Рисунок В.4

#### Пояснення

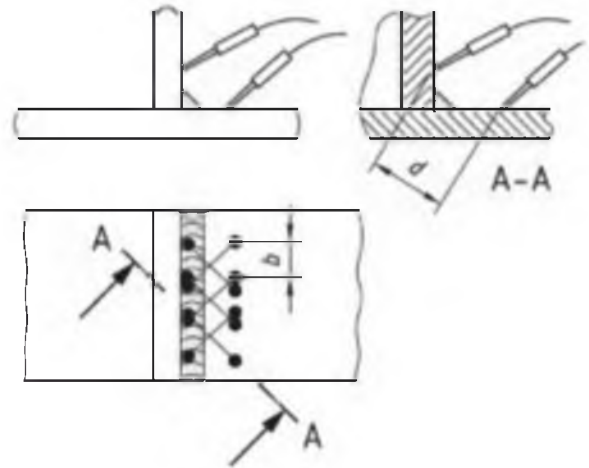
1-позиції для виявлення поздовжніх тріщин  
 2-позиції для виявлення поперечних тріщин

**В.2 Схеми намагнічування для електроконтактів з використанням намагнічувального струму між електроконтактами**



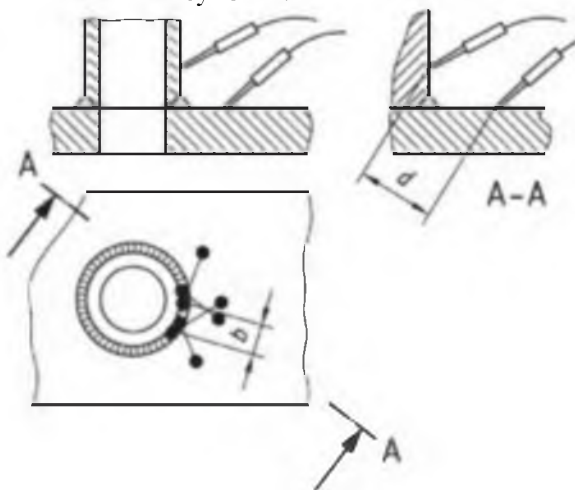
$d \geq 75 \text{ мм};$   
 $b \leq d/2;$   
 $\beta \sim 90^\circ$

Рисунок В.5



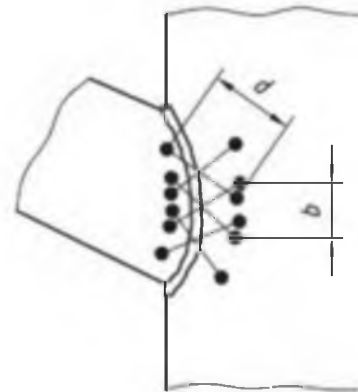
$d \geq 75 \text{ мм};$   
 $b \leq d/2.$

Рисунок В.6



$d \geq 75 \text{ мм};$   
 $b \leq d/2.$

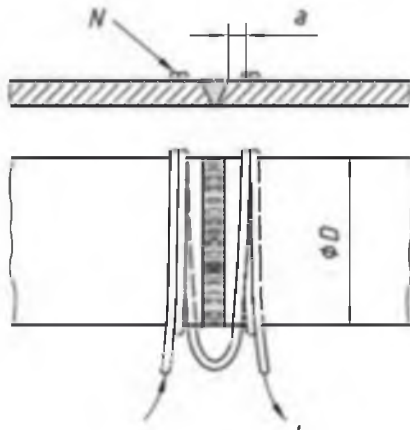
Рисунок В.7



$d \geq 75 \text{ мм};$   
 $b \leq d/2.$

Рисунок В.8

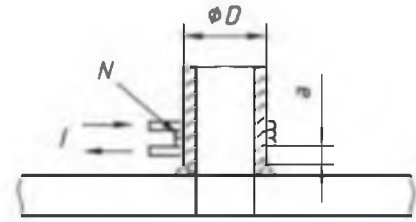
### В.3 Схеми намагнічування для гнучких кабелів або катушок (для поздовжніх тріщин)



$$20 \leq a \leq 50 \text{ мм};$$

$$N \cdot I \geq 8D.$$

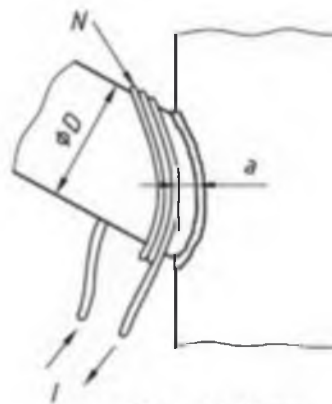
Рисунок В.9



$$20 \leq a \leq 50 \text{ мм};$$

$$N \cdot I \geq 8D.$$

Рисунок В.10



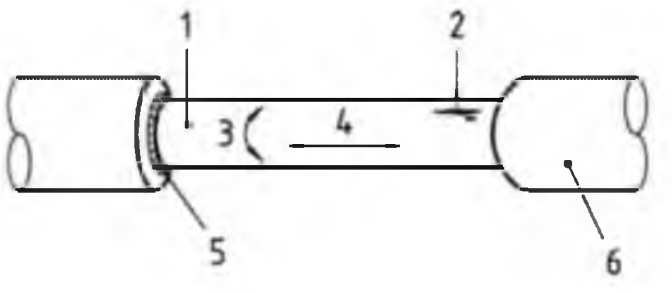
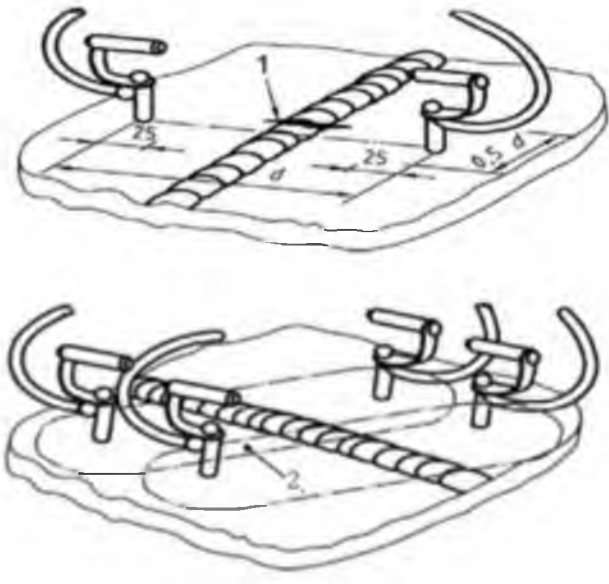
$$20 \leq a \leq 50 \text{ мм};$$

$$N \cdot I \geq 8D.$$

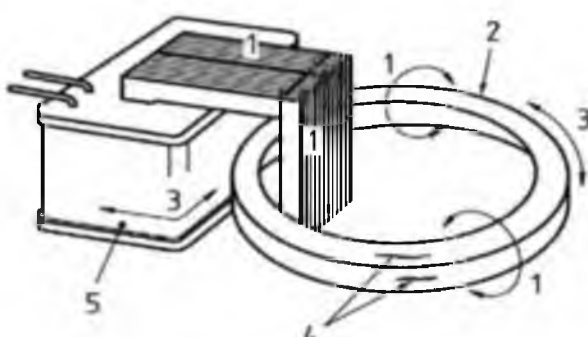
Рисунок В.11

**ДОДАТОК Г**  
(довідковий)  
**СПОСОБИ НАМАГНІЧУВАННЯ**

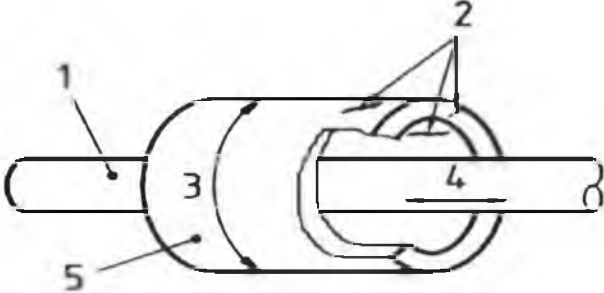
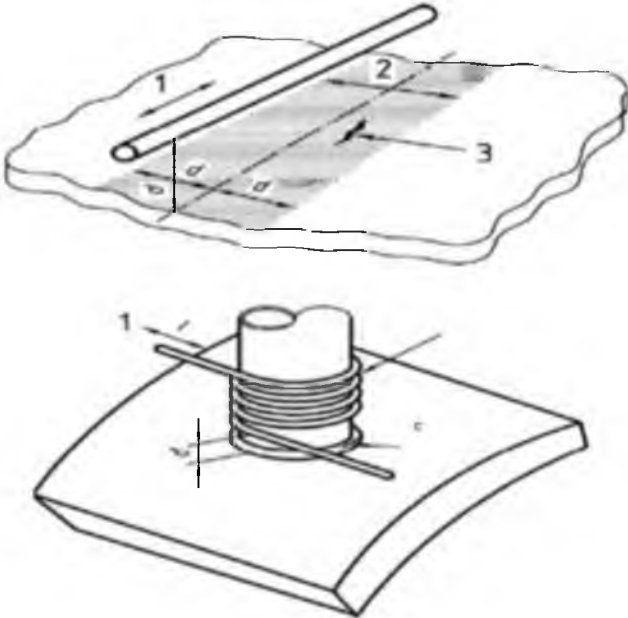
Таблиця Г.1-Способи намагнічування пропусканням струму

Схема	Розрахунок орієнтовного значення струму
Осьове пропускання струму через увесь об'єкт	
 <p>1 - контрольний зразок, 2 - дефект, 3 - щільність потоку, 4 - струм, 5 - контактна площадка, 6 - контактна головка дефектоскопа.</p>	$I = H \cdot p \quad (Г.1)$ <p><math>I</math> – струм, А;  <math>p</math> – периметр об'єкта, мм;  <math>H</math> – тангенціальна складова напруженості магнітного поля, кА/м.  Для об'єктів зі змінним перерізом слід використовувати одне значення струму лише в тому випадку, коли значення струмів, які потрібні для намагнічування найбільшого і найменшого перерізів, перебувають в межах співвідношення менше ніж 1,5:1. Таке одне значення визначається за величиною більшого перерізу.</p>
Електроконтакти (щупи); пропускання струму через частину об'єкта	
 <p>1 - дефект, 2 - перекриття.</p>	$I = 2,5 H \cdot d \quad (Г.2)$ <p><math>I</math> – струм, А;  <math>d</math> – відстань між електроконтактами, мм;  <math>H</math> – тангенціальна складова напруженості магнітного поля, кА/м.  Ця формула застосовується при значеннях <math>d</math> до 200 мм.  В іншому випадку контрольована зона може мати вигляд кола, вписаного між електроконтактами, але виключаючи ділянки в межах 25 мм від кожного електроконтакту. В цьому випадку</p> $I = 3 H \cdot d \quad (Г.3)$ <p>В обох зазначених вище випадках формули дають надійні результати лише за умови, що радіус кривизни контрольованої поверхні перевищує половину відстані між електроконтактами.</p>

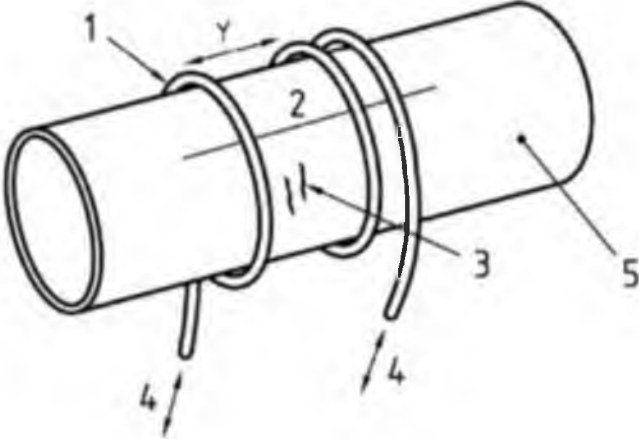
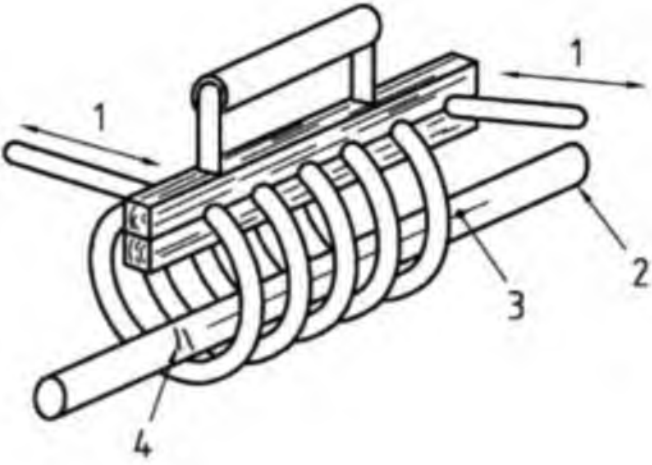
Кінець таблиці Г.1

Схема	Розрахунок орієнтовного значення струму
Пропускання індукованого струму	
 <p data-bbox="188 996 782 1093">1 - потік (індукція), 2 - контрольний зразок, 3 - струм, 4 - дефект, 5 - первинна обмотка трансформатора</p>	$I_{\text{ind}} = H \cdot p \quad (Г.4)$ <p data-bbox="885 537 1484 1041"> <math>I_{\text{ind}}</math> – струм, А;  <math>p</math> – периметр об'єкта, мм;  <math>H</math> – тангенціальна складова напруженості магнітного поля, кА/м.          Для об'єктів зі змінним перерізом слід використовувати одне значення струму лише в тому випадку, коли значення струмів, які потрібні для намагнічування найбільшого і найменшого перерізів, перебувають в межах співвідношення менше ніж 1,5:1. Таке одне значення визначається за величиною більшого перерізу.          Примітка. Значення індукованого струму не може бути просто розраховане на підставі значення первинного струму.       </p>

Таблиця Г.2- Способи намагнічування магнітним потоком

Схема	Розрахунок орієнтовного значення струму
Прохідний провідник	
 <p data-bbox="188 667 818 768">1 - ізолюваний наскрізний стрижень, 2 - дефекти, 3 - потік (індукція), 4 - струм, 5 - контрольний зразок.</p>	$I_{ind} = H \cdot p \quad (Г.5)$ <p data-bbox="887 539 1422 667"><math>I_{ind}</math> – струм, А;  <math>p</math> – периметр об'єкта, мм;  <math>H</math> – тангенціальна складова напруженості магнітного поля, кА/м.</p> <p data-bbox="887 703 1485 936">Якщо контрольована деталь є порожнистою трубою або має аналогічну конфігурацію, значення струму слід розраховувати по зовнішньому діаметру, коли проводиться контроль зовнішньої поверхні, і по внутрішньому діаметру, коли контролюється внутрішня поверхня об'єкта</p>
Паралельно розташований провідник	
 <p data-bbox="188 1675 847 1738">1 - струм, 2 - щільність потоку, 3 - дефект, 4 - номер витків, 5 - напрямок орієнтації дефекту</p>	<p data-bbox="887 1010 1485 1305">Для досягнення потрібного намагнічування кабель повинен бути встановлений таким чином, щоб його осьова лінія знаходилася на відстані (<math>d</math>) до контрольованої поверхні. Тоді ширина ефективної контрольованої області по кожному боку від осьової лінії кабелю становить <math>d</math>, і середньоквадратичне значення струму, що проходить через кабель, має бути:</p> $I = 4 \pi \cdot d \cdot H \quad (Г.6)$ <p data-bbox="887 1413 1461 1574">де <math>I</math> – середньоквадратичне значення струму, А;  <math>d</math> – відстань між електроконтактами, мм;  <math>H</math> – тангенціальна складова напруженості магнітного поля, кА/м.</p> <p data-bbox="887 1581 1485 1977">При проведенні контролю закруглених кутів на циліндричних деталях або відгалужувальних з'єднаннях (наприклад, зварних швів врізання патрубків в колектор) кабель може бути обвитий навколо поверхні деталі або відгалуження, й кілька витків можуть бути покладені у вигляді щільної обмотки, як показано на рисунку. У цьому випадку контрольована поверхня повинна розташовуватися в межах відстані <math>d</math> від кабелю або витків обмотки, де <math>d = NI/4</math> та <math>NI</math> – число ампер-витків.</p>

## Кінець таблиці Г.2

Схема	Розрахунок орієнтовного значення струму
<b>Соленоїд, утворений витками гнучкої обмотки</b>	
 <p>1 - ізолюваний кабель, 2 - щільність потоку, 3 - дефекти, 4 - струм, 5 - контрольний зразок.</p>	<p>Для досягнення потрібного намагнічування з використанням постійного або випрямленого струму середньоквадратичне значення струму, що проходить через кабель, повинно мати мінімальну величину:</p> $I = 3H [T^2 + (Y^2/4T)] \quad (Г.7)$ <p><math>I</math> – середньоквадратичне значення струму, А;  <math>H</math> – тангенціальна складова напруженості магнітного поля, кА/м;  <math>T</math> – товщина стінки об'єкта або його радіус, якщо об'єкт має форму суцільного стрижня чи круговий переріз, мм;  <math>Y</math> – відстань між сусідніми витками в обмотці, мм.</p> $I = 3H [10 + (Y^2/40)] \quad (Г.8)$
<b>Соленоїд, утворений витками жорсткої обмотки</b>	
 <p>1 - струм, 2 - контрольний зразок, 3 - щільність потоку, 4 - дефекти.</p>	<p>У випадках, коли об'єкт займає менше 10% площі поперечного перерізу обмотки і розташований уздовж осі в нижній частині обмотки, необхідно застосовувати формулу (Г.9), і повторювати контроль з інтервалами, рівними довжині обмотки.</p> $NI = \frac{0.4H \times K}{L/D} \quad (Г.9)$ <p><math>N</math> – число ефективних витків обмотки;  <math>I</math> – значення струму, А;  <math>H</math> – тангенціальна складова напруженості магнітного поля, кА/м;  <math>L/D</math> – співвідношення довжини об'єкта до його діаметра для об'єктів кругового перерізу (у випадку з об'єктами не кругового перерізу  <math>D</math> = периметр <math>/\pi</math>);  <math>K = 22000</math> для джерела змінного струму (середньоквадратичне значення) і для струму із двонапівперіодним випрямленням (середнє значення);  <math>K = 11000</math> для струму із однапівперіодним випрямленням (середнє значення);  Примітка. Якщо об'єкт має співвідношення <math>L/D</math> більше 20, це співвідношення приймається таким, що дорівнює 20.  Для коротких об'єктів (тобто для яких <math>L/D</math> менше 5) використання формули (Г.9) призводить до великих значень струму. Для зниження струму слід використовувати подовжувачі з метою збільшення ефективної довжини деталі.</p>



