

Государственное предприятие
«Национальная атомная энергогенерирующая компания
«Энергоатом»

НАЕК «ЭНЕРГОАТОМ»
ФСА
КОРПОРАТИВНИ ДОКУМЕНТИ

**СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АТОМНОЙ
ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ «ЭНЕРГОАТОМ»**

Техническое обслуживание и ремонт
**КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ.
МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПОЛУФАБРИКАТОВ),
СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК**

СОУ НАЕК 066:2015

НАЕК
066:2015

Киев
2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНО: ГП «Крымский научно-инженерный центр», обособленное подразделение «Атомремонтсервис» ГП «НАЭК «Энергоатом»

2 РАЗРАБОТЧИКИ:

Шаламай Р.В.	(Дирекция ГП НАЭК "Энергоатом");
Голуб В.П.	(ОП "Атомремонтсервис");
Соловонюк В.В.	(ОП "Атомремонтсервис");
Адаменко В.Н.	(ОП "Атомремонтсервис");
Логин М.А.	(ОП "Атомремонтсервис");
Шевцов В.В.	(ОП "Запорожская АЭС");
Гулевич М.М.	(ОП "Запорожская АЭС");
Пугачев А.С.	(ОП "Запорожская АЭС");
Федосов А.В.	(ОП "Запорожская АЭС");
Рябенко Ю.В.	(ОП "Ривненская АЭС");
Ромась А.Т.	(ОП "Ривненская АЭС");
Трохимчук В.А.	(ОП "Ривненская АЭС");
Красовский Н.В.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Денисенко Ар.С.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Денисенко Ан.С.	(ОП "Южно-Украинская АЭС");
Сергиевский В.А.	(ОП "Хмельницкая АЭС").

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: приказ ГП «НАЭК «Энергоатом» от 16.03.2016 № 254

4 СОГЛАСОВАНО: письмо Госатомрегулирования от 14.05.2015 № 18-31/3075

5 ВВЕДЕНО ВПЕРВЫЕ

6 ПРОВЕРКА: 31.03.2021

7 ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ, ОТВЕТСТВЕННОЕ ЗА ВЕДЕНИЕ: исполнительная дирекция по производству ГП «НАЭК «Энергоатом»

8 МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ОРИГИНАЛА СТАНДАРТА: отдел стандартизации департамента по управлению документацией и стандартизации исполнительной дирекции по качеству и управлению

9 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ: С введением в действие этого стандарта применение в ГП «НАЭК «Энергоатом» ПНАЭ Г-7-015-89 «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Магнитопорошковый контроль» допускается до 31.12.2018

Этот стандарт запрещено полностью или частично воспроизводить, тиражировать и распространять без разрешения ГП «НАЭК «Энергоатом»

УТВЕРЖДЕНО
 ГП «НАЭК «Энергоатом»
 16.09. 2015 г.
 Приказ № 254

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Техническое обслуживание и ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПОЛУФАБРИКАТОВ), СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК

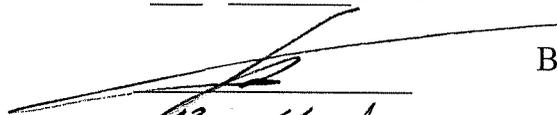
СОУ НАЕК 066:2015

Первый вице-президент –
 технический директор


 «13» 11 2013 г.

А.В. Шавлаков

Вице-президент


 «13» 11 2013 г.

В.М. Пышный

Генеральный инспектор –
 директор по безопасности


 «13» 11 2013 г.

Д.В. Билей

Директор по надзору за
 безопасностью


 «12» 11 2013 г.

В.П. Новиков

Исполнительный директор по
 качеству и управлению


 «11» 11 2013 г.

С.А. Попов

Начальник отдела
 стандартизации


 «08» 11 2013 г.

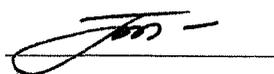
А.А. Нелепов

 Исполнительный директор по
 производству


 «05» 11 2013 г.

В.А. Кравец

Технический директор -
 главный инженер
 ОП «Атомремонтсервис»


 «05» 11 2013 г.

В.Г. Белов

Главный инженер (первый
заместитель ГД) ОП ЗАЭС

исх. № 16-29/26920
от 30.10.2013

Ф.М. Красногоров

Главный инженер-первый
заместитель ГД ОП РАЭС

исх. № 104/Ф-3420
от 25.10.2013

П.И. Ковтонюк

Главный инженер
ОП ХАЭС

исх. № 36-982/11025
от 30.10.2013

В.П. Макеев

Главный инженер
ОП ЮУАЭС

исх. № 11/16629
от 29.10.2013

В.И. Кузнецов

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	4
4 Принятые сокращения	7
5 Контроль неразрушающий магнитопорошковый.....	8
6 Квалификация персонала	21
7 Требования безопасности.....	22
Приложение А. Составы магнитных суспензий.....	23
Приложение Б. Методика изготовления и аттестации контрольных образцов	26
Приложение В. Форма паспорта на контрольный образец	25
Приложение Г. Значения коэрцитивной силы, остаточной индукции и поля насыщения для основных сталей	27
Приложение Д. Расчет намагничивающего тока	29
Приложение Е. Библиография	30
Лист регистрации изменений	31

СТАНДАРТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ КОМПАНИИ «ЭНЕРГОАТОМ»

Техническое обслуживание и ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПОЛУФАБРИКАТОВ), СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК

Технічне обслуговування та ремонт

КОНТРОЛЬ НЕРУЙНІВНИЙ МАГНИТОПОРОШКОВИЙ. МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ОСНОВНИХ МАТЕРІАЛІВ (НАПІВФАБРИКАТІВ), ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ І НАПЛАВЛЕНЬ

Дата введения 2016-03-31

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Этот стандарт устанавливает требования к квалификации персонала, аппаратуре, уровню чувствительности, видам и способам намагничивания, методике проведения и оформлению результатов магнитопорошкового контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавов.

1.2 Этот стандарт распространяется на сварные соединения и наплавки оборудования и трубопроводов АЭС, контролируемые в соответствии с требованиями правил и норм в атомной энергетике и на основные материалы (полуфабрикаты), контролируемые в соответствии с требованиями стандартов и технических условий.

1.3 Требования этого стандарта являются обязательными для обособленных подразделений ГП «НАЭК «Энергоатом», которые выполняют магнитопорошковый контроль основного металла (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавов при изготовлении, эксплуатации и ремонте оборудования и трубопроводов АЭС Украины, а также обязательными для включения в договор со сторонними организациями, которые выполняют магнитопорошковый контроль основного металла (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавов при изготовлении, эксплуатации и ремонте оборудования и трубопроводов АЭС Украины.

1.4 Этот стандарт разработан в соответствии с ГОСТ 21105, ДСТУ EN 1290, ДСТУ EN ISO 9934-1, ДСТУ EN ISO 9934-2, ДСТУ EN ISO 9934-3.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В этом стандарте есть ссылки на такие нормативные документы:

НП 306.2.113-2005	Вимоги до проведення атестації систем експлуатаційного неруйнівного контролю обладнання та трубопроводів АЕС
НПАОП 0.00-3.09-05	Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників підприємств електроенергетичної галузі
НПАОП 0.00-1.15-07	Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті
НПАОП 0.00-1.71-13	Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями
НПАОП 40.1-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Міненерговугілля України наказ №91 від 13.02. 2012
ПНАЭ Г-7-010-89	Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля
ПНАЭ Г-7-025-90	Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля
ДСТУ ГОСТ 2.601:2006 (ГОСТ 2.601-2006, IDT)	ЄСКД. Експлуатаційні документи
ДСТУ 2708:2006	Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення
ДСТУ 2860-94	Надійність техніки. Терміни та визначення
ДСТУ 2960-94	Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення.
ДСТУ 3491-96 (ГОСТ 30242-97)	Дефекти з'єднань при зварюванні металів плавленням. Класифікація, позначення та визначення
ДСТУ 3761.2-98	Зварювання та споріднені процеси. Частина 2. Процеси зварювання та паяння. Терміни та визначення
ДСТУ ISO 9000:2007	Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів
ДСТУ EN 1290-2002	Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Контроль зварних з'єднань магнітопорошковий (EN 1290:1998, IDT)
ДСТУ EN 1330-1:2008	Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 1. Загальні терміни (EN 1330-1:1998, IDT)
ДСТУ EN 1330-2:2008	Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 2. Загальні терміни стосовно методів неруйнівного контролю (EN 1330-2:1998, IDT)
ДСТУ EN 1330-7:2009	Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 7. Терміни застосовні в магнітопорошковому контролі (EN 1330-7:2005, IDT)

ДСТУ EN ISO 9934-1:2005	Неруйнівний контроль. Контроль магнітопорошковий. Частина 1. Загальні вимоги (EN ISO 9934-1:2001, IDT)
ДСТУ EN ISO 9934-2:2005	Неруйнівний контроль. Контроль магнітопорошковий. Частина 2. Засоби контролювання (EN ISO 9934-2:2002, IDT)
ДСТУ EN ISO 9934-3:2005	Неруйнівний контроль. Контроль магнітопорошковий. Частина 3. Обладнання (EN ISO 9934-3:2002, IDT)
ГОСТ 2.101-68	ЕСКД. Виды изделий
ГОСТ 12.3.002-75	ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности
ГОСТ 982-80	Масла трансформаторные. Технические условия
ГОСТ 2874-82	Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством
ГОСТ 4220-75	Калий двуххромовокислый. Технические условия
ГОСТ 5100-85	Сода кальцинированная техническая. Технические условия
ГОСТ 8433-81	Вещества вспомогательные ОП-7 и ОП-10. Технические условия
ГОСТ 16504-81	СПИ. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения
ГОСТ 18442-80	Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования
ГОСТ 19200-80	Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов
ГОСТ 19906-74	Нитрит натрия технический. Технические условия
ГОСТ 21105-87	Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод
ГОСТ 24450-80	Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения
СОУ НАЕК 033:2015	Техническое обслуживание и ремонт. Правила организации технического обслуживания и ремонта систем и оборудования атомных электростанций
ОСТ 38.01407-86	Керосины осветительные
РД 34.17.418 (И № 23 СД-80)	Инструкция по дефектоскопии гибов трубопроводов из перлитной стали. СПО «Союзтехэнерго», 1981 г.
СОУ НАЕК 078:2015	Техническое обслуживание и ремонт. Документы технического контроля сварки, наплавки оборудования и трубопроводов АЭС. Виды, формы и правила оформления документов

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В этом стандарте приведены термины и определения согласно ДСТУ EN 1330-1, ДСТУ EN 1330-2, ДСТУ EN 1330-7.

Ниже приведены другие термины и определения, применяемые в этом стандарте.

- | | |
|--|--|
| 3.1 Включение | Полость в металле шва или в наплавленном металле, заполненная газом, шлаком или инородным металлом (пора, шлаковое или вольфрамовое включение) |
| 3.2 Дефект | Каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям (ДСТУ 2860) |
| 3.3 Закат | <p>Дефект поверхности, представляющий собой прикатанный продольный выступ, образовавшийся в результате закатывания уса, подреза, грубых следов зачистки и глубоких рисок</p> <p>Примечание 1. Дефект часто расположен с двух диаметрально противоположных сторон и может иметь зазубренный край</p> <p>Примечание 2. На поперечном микрошлифе дефект располагается под острым углом к поверхности без разветвления, заполнен окалиной и сопровождается искажением структуры. Металл вокруг дефекта обезуглерожен</p> |
| 3.4 Изделие | Предмет или набор предметов производства изготавливаемых на предприятии (ГОСТ 2.101) |
| 3.5 Качество | Степень, до которой совокупность собственных характеристик удовлетворяет требования (ДСТУ ISO 9000) |
| 3.6 Контроль | Общая функция управления, заключающаяся в наблюдении за течением процессов в управляющей и управляемой системах, сравнении контролируемой величины параметра с заданной программой, выявлении отклонений, их места, времени, причины и характера (ДСТУ 2960) |
| 3.7 Контролируемый объект | Основные материалы (полуфабрикаты), основной металл изделий, отдельный узел или отдельно взятое сварное соединение (наплавка), которое подлежит проведению МПК |
| 3.8 Конструкторская документация | Совокупность конструкторских документов, содержащих данные, необходимые в общем случае для разработки, изготовления, контроля, приемки, поставки и эксплуатации изделия, включая ремонт (СОУ НАЕК 033) |
| 3.9 Коэрцитивная сила (H_c) | Напряженность магнитного поля, вызывающая магнитную индукцию ферромагнетика, равную нулю, в условиях циклического перемагничивания |
| 3.10 Люминесцентный магнитный порошок | Магнитный порошок, частицы которого покрыты неотслаивающейся пленкой люминофора (ГОСТ 24450) |

- 3.11 Магнитная индукция (В)** Векторная величина, являющаяся силовой характеристикой магнитного поля (его действия на заряженные частицы) в данной точке пространства. Определяет, с какой силой магнитное поле действует на движущийся заряд
- 3.12 Магнитный порошок** Порошок из ферромагнетика, используемый в качестве индикатора магнитного поля рассеяния (ГОСТ 24450)
- 3.13 Магнитопорошковый дефектоскоп** Магнитный дефектоскоп, основанный на магнитопорошковом методе магнитного неразрушающего контроля (ГОСТ 24450)
- 3.14 Магнитопорошковый метод** Метод магнитного неразрушающего контроля, основанный на использовании в качестве индикатора магнитного порошка (ГОСТ 24450)
- 3.15 Магнитная суспензия** Взвесь магнитного или люминесцентного магнитного порошка в дисперсионной среде, содержащей смачивающие, антикоррозийные и, при необходимости, антивспенивающие, антикоагулирующие и другие добавки (ГОСТ 24450)
- 3.16 Намагничивающая сила** Производство электрического тока в катушке на число ее витков (эта сила измеряется в амперах, так как число витков – величина безразмерная), характеризует магнитное действие электрического тока (А)
- 3.17 Наплавка** Нанесение одного или нескольких слоев материала на поверхность изделия с использованием процессов сварки (ДСТУ 3761.2)
- 3.18 Напряженность магнитного поля** Намагничивающая сила, приходящейся на единицу длины катушки. Таким образом, величина напряженности магнитного поля (Н) измеряется в амперах на метр; ею определяется намагниченность, приобретаемая материалом внутри катушки (А/м)
- 3.19 Несплошность** Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений и т.д., то есть нарушений целостности металла
- 3.20 Непровар (неполный провар)** Несплавление в сварном соединении или наплавленной детали между основным металлом и металлом шва (наплавленным металлом) или между отдельными валиками
- 3.21 Объем контроля** Количество объектов и совокупность контролируемых признаков, устанавливаемых для проведения контроля (ГОСТ 16504)
- 3.22 Отчетная документация** Документация, подтверждающая выполнение работ по контролю.
- Примечание.** К отчетной документации относятся: заключения, протоколы, акты или извещения оформляемые на соответствующие

методы контроля согласно 13.5 ПН АЭ Г-7-010-89

- 3.23 Паспорт** Документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя значения основных параметров и характеристик (свойства) изделия, а также сведения о сертификации и утилизации изделия (ДСТУ ГОСТ 2.601)
- 3.24 Полуфабрикат** Предмет труда, подлежащий дальнейшей обработке на предприятии-изготовителе (ДСТУ 2960)
- 3.25 Сторонние организации** Организации, не являющиеся структурными подразделениями ГП «НАЭК «Энергоатом»
- 3.26 Трещина** Несплошность, вызванная местным разрывом шва, который может возникнуть в результате охлаждения или действия нагрузок (ДСТУ 3491)
- 3.27 Условный дефект** Поверхностный дефект в форме плоской щели с параллельными стенками с отношением глубины к ширине, равным 10, ориентированный перпендикулярно к направлению магнитного поля (ГОСТ 21105)
- 3.28 Условный уровень чувствительности** Чувствительность магнитопорошкового контроля, определяемая минимальной шириной и протяженностью условного дефекта (ГОСТ 21105)
- 3.29 Флокен** Дефект в виде разрыва тела отливки под влиянием растворенного в стали водорода и внутренних напряжений, проходящего полностью или частично через объемы первичных зерен аустенита
Примечание. Флокен в изломе термически обработанной пробы (отливки) имеет вид сглаженных поверхностей без металлического блеска (матового цвета) на общем сером фоне волокнистой составляющей (ГОСТ 19200)
- 3.30 Формуляр** Документ, содержащий сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя, значения основных параметров и характеристик (свойства) изделия, сведения, отражающие техническое состояние данного изделия, сведения о сертификации и утилизации изделия, а также сведения, которые вносят в период эксплуатации (длительность и условия работы, техническое обслуживание, ремонт и другие данные) (ДСТУ ГОСТ 2.601)
- 3.31 Чувствительность магнитопорошкового контроля (чувствительность контроля)** Минимальный размер дефекта, выходящего на поверхность или расположенного близко от поверхности, в магнитном поле рассеяния которого может сформироваться индикаторный след порошка, различимый при визуальном осмотре
- 3.32 Экспертная организация** Специализированная организация, определенная Госатомнадзором Украины для научно-технической поддержки эксплуатирующихся атомных станций Украины взамен головной материаловедческой организации

4 ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АЭС	атомная электростанция
ГП «НАЭК «Энергоатом»	государственное предприятие «Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом»
ГОСТ	межгосударственный стандарт, действующий в Украине
ДСТУ	державний стандарт України
КО	контрольный образец
МПК	магнитопорошковый контроль
НД	нормативный документ
НПАОП	нормативно-правовий акт з охорони праці
ОП	обособленное подразделение
ОП ЗАЭС	обособленное подразделение «Запорожская АЭС»
ОП РАЭС	обособленное подразделение «Ривненская АЭС»
ОП ХАЭС	обособленное подразделение «Хмельницкая АЭС»
ОП ЮУАЭС	обособленное подразделение «Южно-Украинская АЭС»
ПН АЭ	правила и нормы в атомной энергетике
ПОТ	правила охраны труда
ППБ	правила пожарной безопасности
ПРБ	правила радиационной безопасности
ПТЭ	правила технической эксплуатации
СОУ	стандарт организации Украины
ТКК	технологическая карта контроля
ТУ	технические условия

5 КОНТРОЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ

5.1 Общие положения

5.1.1 Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля основан на обнаружении с помощью ферромагнитных частиц магнитных полей рассеяния, возникающих над поверхностными и подповерхностными несплошностями металла контролируемого объекта при его намагничивании.

Метод предназначен для выявления несплошности металла (трещин, закатов, непроваров, включений, флокенов и т.п.) изделий из ферромагнитных материалов с относительной магнитной проницаемостью не менее 40. Метод не гарантирует выявление несплошностей, плоскости которых параллельны контролируемой поверхности или составляют с ней и направлением намагничивающего поля угол менее 30° .

5.1.2 Магнитопорошковый метод позволяет контролировать полуфабрикаты, изделия, сварные соединения и наплавки любых размеров и форм.

Необходимым условием для проведения магнитопорошкового контроля является наличие доступа к контролируемой поверхности, достаточного для подвода намагничивающих устройств, нанесения индикаторных средств и визуального ее осмотра.

5.1.3 Проведение контроля в вечернее и ночное время снижает внимание контролера.

5.1.4 Чувствительность магнитопорошкового метода определяется следующими характеристиками:

- магнитной индукцией (В);
- остаточной магнитной индукцией (Br);
- коэрцитивной силой (Hc);
- шероховатостью контролируемой поверхности;
- формой и размером контролируемого объекта;
- напряженностью намагничивающего поля;
- толщиной немагнитных покрытий;
- ориентацией намагничивающего поля по отношению к плоскости несплошности металла;
- качеством дефектоскопических средств;
- освещенностью контролируемой поверхности.

5.1.5 В зависимости от размеров выявляемых поверхностных несплошностей устанавливаются три условных уровня чувствительности, определяемых минимальной шириной и протяженностью условного дефекта.

5.1.6 Условные уровни чувствительности в зависимости от размеров условных дефектов и шероховатости контролируемой поверхности приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Условные уровни чувствительности

Условный уровень чувствительности	Минимальная ширина раскрытия условного дефекта, мкм (не более)	Минимальная протяженность условного дефекта, мм	Шероховатость контролируемой поверхности Ra, мкм (не более)
А	2,0	0,5	2,5
Б	10,0	0,5	10,0
В	25,0	0,5	10,0

5.1.7 Необходимость и объем магнитопорошкового контроля, а также нормы оценки качества и уровень чувствительности при контроле полуфабрикатов и основного металла изделий должны соответствовать требованиям стандартов (технических условий) на полуфабрикаты и (или) конструкторской документации на изделие, а при контроле сварных соединений и наплавов - требованиям НД по контролю и оценке качества.

5.1.8 Магнитопорошковый контроль (МПК) проводится по технологическим картам контроля (ТКК), в которых указываются как минимум следующие сведения:

- обозначение документа, по которому проводится контроль;
- обозначение типов (групп) контролируемых полуфабрикатов, изделий или сварных соединений и наплавов с указанием в необходимых случаях номера чертежей изделия и стадии для проведения контроля;
- наименование изделия;
- объем контроля;
- эскиз детали с указанием габаритных размеров (при необходимости);
- размеры, расположение контролируемых участков и зоны перекрытия участков;
- условный уровень чувствительности;
- шероховатость контролируемой поверхности;
- вид и способ намагничивания;
- значение намагничивающего тока или напряженности магнитного поля;
- средства контроля (аппаратура, материалы);
- освещенность контролируемой поверхности;
- нормы оценки качества;
- необходимость размагничивания.

5.1.9 При применении новых методических и аппаратурных решений с учетом специфики контролируемого объекта допускается разработка другого документа, составленного с учетом этого стандарта и согласованного с экспертной организацией.

5.2 Требования к аппаратуре для магнитопорошкового контроля

5.2.1 Для контроля магнитопорошковым методом используется следующая аппаратура:

- универсальные (стационарные, передвижные, переносные) и специализированные магнитопорошковые дефектоскопы;
- источники освещения контролируемой поверхности;
- приборы для измерения величины напряженности намагничивающего поля и (или) тока с погрешностью измерения не более 10%, концентрации магнитной суспензии, освещенности и облученности контролируемой поверхности;
- размагничивающие устройства и приборы для оценки уровня размагниченности;
- контрольные образцы (КО);
- другая вспомогательная аппаратура и средства контроля.

5.2.2 Магнитопорошковые дефектоскопы должны обеспечивать возможность создания напряженности магнитного поля на поверхности контролируемого объекта, определяемой по 5.4.3.4 и 5.4.3.6.

5.2.3 Дефектоскопы, в которых намагничивание изделий осуществляется переменным, выпрямленным или импульсным токами, при контроле способом остаточной намагниченности должны обеспечивать выключение тока в момент времени, при котором значение остаточной индукции составляет не менее 0,9 ее максимального значения для данного материала при выбранном режиме.

5.2.4 Допускается применение специализированной аппаратуры и других средств контроля, в том числе и иностранных фирм, при условии соблюдения техники безопасности и требований к контролю по этому стандарту. Применение их должно быть согласовано с Госатомрегулирования Украины.

Примечание. В случае использования для МПК автоматизированных систем контроля, они должны быть аттестованы в соответствии с требованиями НП 306.2.113-2005.

5.2.5 Измерительные приборы, применяемые при контроле, подлежат периодической поверке (калибровке) метрологической службой в установленном на предприятии порядке.

5.3 Дефектоскопические материалы

5.3.1 В качестве индикаторов несплошностей при магнитопорошковой дефектоскопии используются черные или цветные магнитные, магнитолюминесцентные порошки или их суспензии со следующими диапазонами зернистости:

- для суспензии - не более 50 мкм;
- для сухого способа - не более 150 мкм.

5.3.2 Каждая партия материалов для дефектоскопии должна быть проконтролирована:

- на наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, емкости) этикеток (сертификатов и др. сведений) с проверкой полноты приведенных в них данных и соответствия этих данных требованиям стандартов или технических условий на контролируемые материалы, а также требованиям этого стандарта;

- на отсутствие повреждений упаковки или самих материалов;
- на действие срока годности.

Допускается входной контроль качества (выявляющей способности) магнитных

порошков проводить с помощью анализатора концентрации суспензии по методике, разработанной экспертной организацией.

5.3.3 При проведении магнитопорошкового контроля допускается использование дефектоскопических материалов в аэрозольной упаковке по согласованию с Госатомрегулирования Украины.

5.3.4 Нормы расхода материалов устанавливаются предприятием - производителем работ.

5.3.5 При приготовлении магнитных суспензий содержание черного, цветного или люминесцентного порошков в дисперсионной среде должно соответствовать рекомендации производителя порошка, указанной в руководстве по его применению. В случае отсутствия рекомендации производителя порошка содержание магнитного порошка в 1 л дисперсионной среды должно составлять: черного – 25 г ± 5 г, магнитолюминесцентного – 4 г ± 1 г. Составы магнитных суспензий приведены в приложении А.

5.3.6 В качестве дисперсионной среды для приготовления магнитных суспензий применяются: вода, керосин, масло и смесь керосина с маслом.

При использовании магнитолюминесцентного порошка дисперсионная среда не должна гасить люминесценцию индикатора и создавать дополнительный люминесцирующий фон, затрудняющий расшифровку индикаций.

В состав водных магнитных суспензий должны входить поверхностно-активные, антикоррозионные и антивспенивающие компоненты.

5.3.7 Вязкость дисперсионной среды суспензии не должна превышать $36 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (36 сСт) при температуре контроля. При вязкости носителя выше $10 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (10 сСт) в производственно-технологической документации должно быть указано время стекания основной массы суспензии, после которого допустим осмотр изделия.

5.3.8 Водную магнитную суспензию необходимо оберегать от масла, которое вызывает коагуляцию магнитного порошка что, снижает ее чувствительность к выявлению несплошностей.

5.3.9 Концентрация магнитной суспензии при неоднократном использовании проверяется перед проведением контроля анализатором концентрации суспензии.

5.3.10 Качество готовой магнитной суспензии (порошка, при сухом способе нанесения) перед проведением контроля проверяется на контрольном образце с несплошностями, удовлетворяющими заданному уровню чувствительности контроля.

Методика изготовления и аттестации контрольных образцов приведена в приложении Б.

5.3.11 Допускается применение импортных контрольных образцов и индикаторов поля по согласованию с Госатомрегулирования Украины.

5.3.12 Контрольные образцы изготавливаются на предприятиях, их использующих, или в централизованном порядке. При этом допускается использование контрольных образцов с естественными дефектами. Каждый контрольный образец должен быть промаркирован порядковым номером.

5.3.13 К контрольному образцу прилагается паспорт, который должен содержать:

- фотографию образца с выявленными несплошностями;
- материал образца;
- размеры несплошностей (ширина раскрытия, глубина, длина);

- заключение об уровне чувствительности;
- режим намагничивания;
- результаты аттестации поверки/калибровки;
- условия хранения;
- подпись руководителей службы неразрушающего контроля и метрологии.

Форма паспорта указана в приложении В.

Форма и содержание паспортов на импортные контрольные образцы, и индикаторы поля согласовываются с экспертной организацией.

5.3.14 Контрольные образцы подлежат ежегодной поверке/калибровке.

5.4 Проведение магнитопорошкового контроля

5.4.1 Перед проведением магнитопорошкового контроля необходимо:

- проверить качество дефектоскопических материалов;
- подготовить поверхность и оценить ее пригодность к контролю;
- проверить работоспособность дефектоскопа.

5.4.1.1 Поверхность, подлежащая контролю, должна быть очищена от шлака, окалины и других загрязнений, мешающих проведению магнитопорошкового контроля. При этом ширина контролируемой зоны сварных соединений принимается согласно 9.1.12 ПНАЭ Г-7-010-89.

5.4.1.2 Выявленные при визуальном осмотре дефекты должны быть устранены до проведения магнитопорошкового контроля. Шероховатость контролируемой поверхности должна соответствовать значениям, указанным в табл. 5.1.

5.4.1.3 Подготовка поверхности и устранение дефектов по 5.4.1.1 и 5.4.1.2 в обязанности контролеров не входит.

5.4.1.4 Магнитопорошковый контроль допускается проводить на объектах после нанесения немагнитного покрытия (например, оксидирования, цинкования, хромирования, кадмирования, окраски), если толщина покрытия не превышает 20 мкм.

5.4.1.5 Поверхность, подлежащая контролю и имеющая следы масла или жирсодержащих суспензий, обезжиривается, если контроль проводится с использованием водной магнитной суспензии, и дополнительно просушивается, если контроль проводится сухим способом. При необходимости (например, для объекта контроля с темной поверхностью) наносится контрастное покрытие толщиной до 20 мкм.

5.4.1.6 Проверка работоспособности дефектоскопов и качества дефектоскопических материалов осуществляется перед проведением контроля с помощью измерителей напряженности поля и (или) тока, контрольных образцов и приборов для измерения концентрации суспензии в соответствии с 5.3.9.

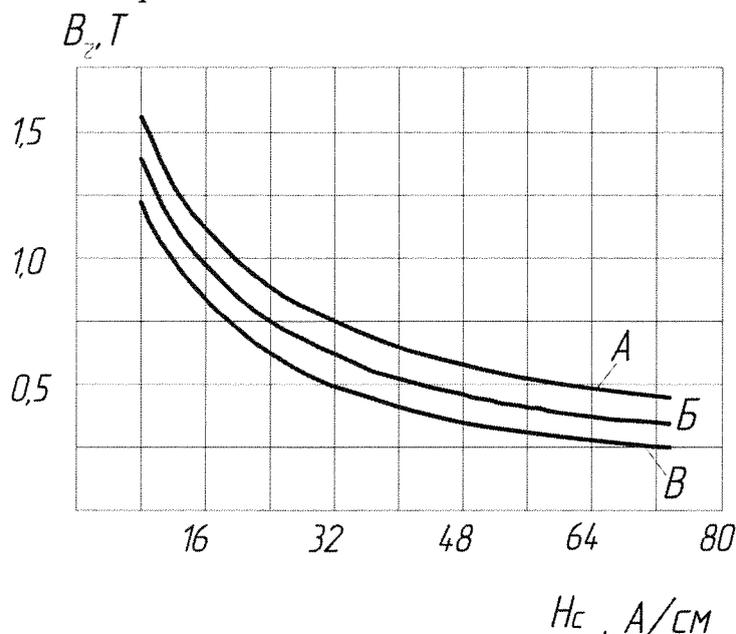
5.4.2 При проведении магнитопорошкового контроля выполняются следующие операции:

- выбор способа и режима контроля;
- намагничивание объекта контроля;
- нанесение магнитного индикатора;
- оценка результатов контроля;
- отметка дефектного места;
- размагничивание объекта контроля (при необходимости).

5.4.3 Выбор способа и режима контроля

5.4.3.1 Выбор способа и режима магнитопорошкового контроля проводится в зависимости от магнитных свойств контролируемого металла и требуемой чувствительности. Магнитопорошковый контроль осуществляется способом остаточной намагниченности или способом приложенного поля.

5.4.3.2 Для оценки возможности применения способа остаточной намагниченности следует пользоваться графиком определения способа контроля, приведенным на рис. 5.1.



Где, B_r – остаточная индукция; H_c - коэрцитивная сила, А, Б, В - условные уровни чувствительности.

Рисунок 5.1 – График определения способа контроля

Требуемый уровень чувствительности при контроле способом остаточной намагниченности определяется по известным магнитным характеристикам материала объекта контроля (коэрцитивной силе H_c , остаточной индукции B_r) и кривым А, Б и В, соответствующим условным уровням чувствительности. При этом контроль способом остаточной намагниченности с требуемой чувствительностью возможен в том случае, если остаточная индукция материала при заданном значении коэрцитивной силы равна или больше значения остаточной индукции, определенной на соответствующей кривой.

5.4.3.3 При невозможности использования способа остаточной намагниченности и при необходимости проведения контроля с более высоким уровнем чувствительности следует применять способ приложенного поля.

5.4.3.4 Напряженность магнитного поля при контроле способом остаточной намагниченности определяется с учетом достижения магнитного технического насыщения материала изделия. Значения напряженности поля насыщения основных марок сталей приведены в приложении Г.

5.4.3.5 Контроль магнитомягких материалов, коэрцитивная сила которых $H_c \leq 10$ А/см, проводится только способом приложенного поля. Для контроля материалов, коэрцитивная сила которых $H_c > 10$ А/см и остаточная магнитная индукция $B_r > 0,5$ Т, могут применяться оба способа.

5.4.3.6 При контроле способом приложенного поля напряженность магнитного

поля, необходимая для обеспечения требуемого уровня чувствительности, определяется исходя из коэрцитивной силы H_c материала объекта контроля по кривым, соответствующим условным уровням чувствительности А, Б, В (рис. 5.2), или рассчитывается по формулам:

$$A = 42 + 1,3H_c \quad (5.1)$$

$$B = 20 + 1,1H_c \quad (5.2)$$

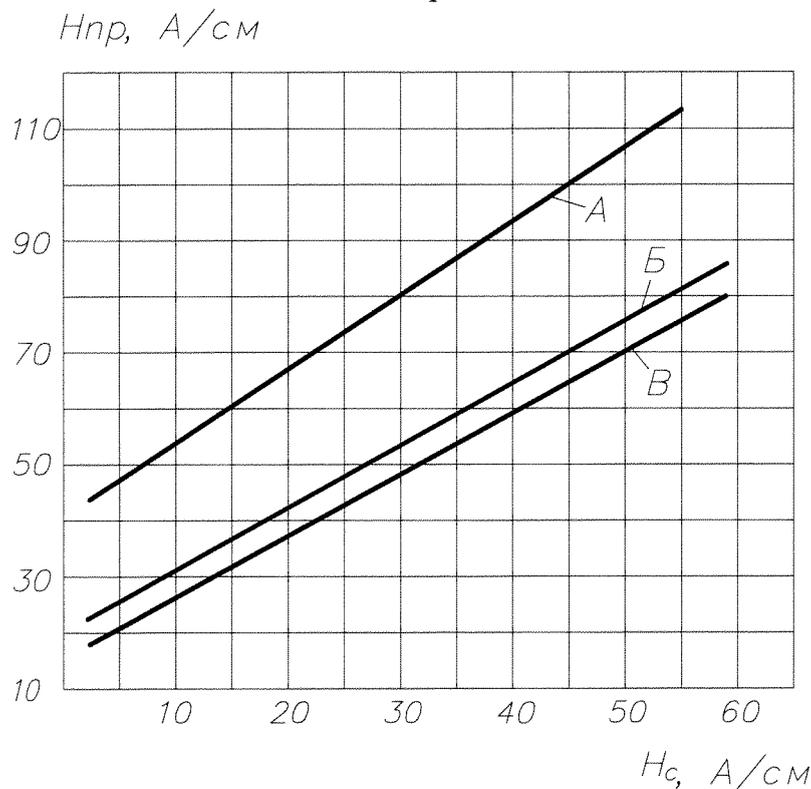
$$B = 15 + 1,1H_c \quad (5.3)$$

Значения коэрцитивной силы основных марок сталей приведены в приложении Г.

5.4.3.7 Значения напряженности магнитного поля могут быть уточнены экспериментально при контроле конкретных изделий.

5.4.4 Намагничивание объекта контроля

5.4.4.1 Намагничивание контролируемого объекта может проводиться циркулярным, продольным (полюсным) или комбинированным видами с использованием переменного, выпрямленного и импульсного тока или магнитного поля. Виды, способы и схемы намагничивания приведены в табл. 5.2.



Где $H_{пр}$ – напряженность магнитного поля; H_c - коэрцитивная сила; А, Б, В – условные уровни чувствительности

Рисунок 5.2 – Зависимость напряженности приложенного магнитного поля от коэрцитивной силы контролируемого материала.

Циркулярный вид намагничивания осуществляется путем пропускания тока через контролируемый объект или его участки, либо через токопроводящий проводник, помещенный в отверстие объекта контроля.

Продольный (полюсный) вид намагничивания осуществляется путем помещения контролируемого объекта или его участков в магнитное поле постоянного магнита, электромагнита или соленоида.

Комбинированный вид намагничивания при контроле осуществляется путем наложения двух ортогонально направленных токов или магнитных полей одновременно способом приложенного поля.

5.4.4.2 Расчет тока при циркулярном намагничивании можно проводить по формулам, приведенным в приложении Д.

Таблица 5.2 – Виды, способы и схемы намагничивания

Вид намагничивания	Способ намагничивания	Схема намагничивания
1	2	3
Циркулярное	Пропускание тока по изделию, его участку или через токопроводящий проводник	
Продольное (полюсное)	Пропускание магнитного потока по изделию или его участку с помощью постоянного магнита, электромагнита или соленоида	
Комбинированное	Пропускание по изделию или его участку тока или магнитного потока в двух ортогональных направлениях	
<p>Примечание. 1 - сварной шов; 2 - околошовная зона; 3 - основной металл; Φ - магнитный поток; I - намагничивающий ток. Схемы намагничивания, приведенные для сварного соединения (наплавки), справедливы и для основного материала (полуфабриката).</p>		

Для уменьшения нагрева контролируемого объекта рекомендуется применять прерывистый режим намагничивания длительностью от 0,1 с до 3,0 с с перерывами между циклами намагничивания до 5 с.

5.4.4.3 Для выявления различно ориентированных несплошностей намагничивание каждого контролируемого участка проводится в двух направлениях, угол между которыми составляет от 70° до 90° . Расстояние l между электродами при циркулярном намагничивании должно быть от 75 мм до 250 мм. При этом ширина S контролируемого участка должна быть не более $0,6 l$.

5.4.4.4 С целью исключения пропуска несплошностей в местах стыковки контролируемых участков каждый последующий намагничиваемый участок должен перекрывать предыдущий на ширину не менее 20 мм при циркулярном и не менее 30 мм при полюсном намагничивании.

5.4.4.5 При циркулярном намагничивании способом пропускания тока через контролируемый объект с целью предупреждения прижогов рекомендуется:

- использовать наконечники или прокладки из металла с низкой температурой плавления (свинца, цинка, сплава алюминия и цинка и др.);
- периодически зачищать наконечники электроконтактов, не допуская их почернения;
- включать и выключать ток только при надежном электрическом контакте электрода намагничивающего устройства с объектом контроля.

5.4.4.6 При контроле изделий в продольном магнитном поле, в разомкнутой магнитной цепи необходимо учитывать влияние на чувствительность контроля размагничивающего фактора, связанного с формой изделия, особенно для изделий, имеющих отношение длины к эквивалентному диаметру меньше 5. В этом случае необходимо:

- составлять контролируемые изделия в цепочку;
- применять удлинительные наконечники;
- применять переменный или импульсный ток намагничивания.

5.4.5 Нанесение магнитного индикатора.

5.4.5.1 Магнитный индикатор на контролируемую намагниченную поверхность наносится сухим или мокрым способом в виде порошка или суспензии соответственно.

5.4.5.2 При сухом способе магнитный порошок напыляется на контролируемую поверхность с одновременным удалением его с бездефектной поверхности слабым потоком воздуха или другим способом.

5.4.5.3 При мокром способе магнитная суспензия наносится на контролируемую поверхность путем погружения в ванну, распыления или полива слабой струей, не смывающей осевший порошок над несплошностью, с обязательным стеканием ее с поверхности. Для стекания магнитной суспензии поверхность должна быть наклонена.

5.4.5.4 Магнитный индикатор на контролируемую поверхность при контроле способом приложенного поля наносится одновременно с намагничиванием объекта контроля. Намагничивание прекращается после стекания с контролируемой поверхности основной массы суспензии. При этом под стеканием основной массы суспензии понимается состояние, при котором дальнейшее стекание не изменяет картины отложения порошка над дефектом. Осмотр контролируемой поверхности проводится после прекращения намагничивания.

5.4.5.5 Наносится магнитный индикатор на контролируемую поверхность при контроле способом остаточной намагниченности после снятия намагничивающего поля, но не позднее чем через 1 ч. Осмотр контролируемой поверхности проводится после стекания основной массы суспензии.

5.4.5.6 При контроле коротких изделий в продольном поле разомкнутой магнитной цепи, согласно 5.4.4.6, магнитный индикатор наносится до разъема объектов контроля. Осмотр допускается проводить по отдельности, после стекания основной массы суспензии.

5.4.5.7 В зависимости от цвета (фона) контролируемой поверхности следует применять магнитные порошки, создающие наибольшую контрастность изображения несплошностей.

5.4.6 Оценка результатов контроля

5.4.6.1 Результаты контроля оцениваются по наличию на контролируемой поверхности индикаторного следа в виде четкого плотного валика магнитного порошка, видимого невооруженным глазом или с использованием лупы до 7-кратного увеличения и воспроизводимого каждый раз при повторном нанесении магнитной суспензии или порошка без учета принадлежности его к поверхностной или подповерхностной несплошности. При этом длина индикаторного следа линейной несплошности равна протяженности выявленной несплошности.

5.4.6.2 Каждая выявленная несплошность должна быть отмечена краской, цветным карандашом или другими способами.

5.4.6.3 Освещенность контролируемой поверхности при использовании черных и цветных магнитных порошков должна быть не менее 1000 лк. При этом следует применять комбинированное освещение (общее и местное).

При проведении контроля в затемненном помещении с использованием люминесцентных порошков ультрафиолетовая облученность контролируемой поверхности должна быть не менее 1500 мкВт/см² (150 отн. ед. по ГОСТ 18442).

Длина волны ультрафиолетового излучения должна быть в диапазоне от 315 нм до 400 нм.

5.4.6.4 К ложным индикаторным следам относятся:

- индикации, вызванные контактом с другим ферромагнитным материалом или магнитом, исчезающие после размагничивания;
- размытые нечеткие индикации, вызванные переходом одного сечения изделия к другому;
- размытые нечеткие индикации, вызванные местными изменениями магнитных свойств металла (например, по границам сварных швов);
- индикации в виде широких групп мелких и параллельных осадений порошка, вызванные избыточным намагничивающим полем.

5.4.7 Размагничивание

5.4.7.1 Необходимость размагничивания, проверка степени размагничивания, а также допустимая норма остаточной намагниченности каждого объекта контроля устанавливаются производственно-технологической документацией на контроль.

5.4.7.2 Размагничивание осуществляют путем воздействия на деталь знакопеременного магнитного поля с убывающей от начального значения до нуля амплитудой. Размагничивающее поле может быть переменным (промышленной или низкой частоты), постоянным (выпрямленным импульсным), меняющейся полярности и с разной частотой коммутации.

5.4.7.3 Напряженность начального размагничивающего поля должна быть не менее величины намагничивающего поля, а в случае отсутствия данных о начальном

намагничивающем поле - не менее пяти значений коэрцитивной силы материала изделия.

5.4.7.4 Размагничивание массивных изделий целесообразно проводить по участкам с помощью электромагнитов, плоских катушек, гибкого кабеля, используя при необходимости следующие приемы:

- многократное (повторное) размагничивание изделия или его участка;
- увеличение времени процесса размагничивания от 30 с до 60 с;
- уменьшение частоты магнитного переменного поля;
- вращение объекта контроля, в различных плоскостях относительно размагничивающего поля.

5.4.7.5 При размагничивании коротких объектов контроля, имеющих малое (менее 5) отношение длины к толщине, следует располагать цепочкой или использовать удлинители с целью снижения размагничивающего фактора. Источники размагничивающего поля необходимо размещать таким образом, чтобы ось объекта контроля (особенно длинных деталей) была ориентирована с запада на восток для снижения подмагничивающего поля Земли.

5.4.7.6 Степень размагничивания определяется с помощью измерителей или градиентометров магнитных полей, например, типа ФП-1, ПКР-1, МФ-22Ф и т.п. с аналогичными характеристиками.

Качественную (ориентировочную) оценку степени размагничивания проводят по притяжению к размагниченному изделию малых ферромагнитных масс, по отклонению стрелки компаса и др.

5.5 Оформление результатов магнитопорошкового контроля

5.5.1 Отчетная документация (заключение, протокол) по результатам магнитопорошкового контроля сварных соединений оформляется в соответствии с требованиями ПН АЭ Г-7-010-89 и СОУ НАЕК 078.

В отчетной документации по результатам магнитопорошкового контроля указывается:

- наименование предприятия, проводившего контроль;
- наименование, шифр или обозначение изделия;
- номер чертежа;
- номер сварного соединения;
- категория сварного соединения;
- объем контроля;
- тип прибора и дефектоскопические средства, используемые для контроля;
- дата проведения контроля;
- фамилия и инициалы контролеров, проводивших контроль, с указанием номеров их удостоверений (для контролеров, имеющих личные клейма, допускается фиксация только номеров клейм);
- сведения о выявленных дефектах, их координатах, исправлениях и результатах последующего контроля;
- окончательное заключение о результатах контроля.

Заключение (протокол) по результатам контроля подписывается руководителем подразделения неразрушающего контроля предприятия, проводившего контроль.

5.5.2 Результаты магнитопорошкового контроля должны регистрироваться в журнале организацией, проводившей контроль. В журнале необходимо указать сведения, изложенные в 5.5.1, со следующими дополнениями:

- номер или наименование технологической карты;
- уровень чувствительности, величина тока или поля намагничивания;
- минимальная освещенность, облученность контролируемой поверхности.

5.5.3 Требования к отчетной документации для сварных соединений справедливы и для основных материалов (полуфабрикатов).

5.5.4 Журнал должен соответствовать требованиям СОУ НАЕК 078.

5.5.5 Журнал и заключение могут быть дополнены и другими сведениями.

5.6 Требования к участку магнитопорошкового контроля

5.6.1 Участок должен быть оснащен оборудованием, необходимым для обеспечения выполнения контроля, и расположен вдали от ярких источников света и установок, загрязняющих воздух промышленной пылью.

5.6.2 На участке, кроме общего освещения, должно быть предусмотрено местное освещение контролируемых поверхностей. Освещенность контролируемой поверхности должна соответствовать требованиям 5.4.6.3.

5.6.3 Во время проведения магнитопорошкового контроля не должны проводиться сварочно-подготовительные работы на расстоянии ближе 5 м от рабочей зоны контроля.

5.6.4 На участке контроля следует предусматривать:

- подводку трехфазной сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 380 В/220 В, а также однофазной сети для переносных светильников напряжением 12 В, 24 В или 36 В;
- заземляющую шину;
- мостики, подставки с ограждением, обеспечивающие удобный доступ дефектоскописта к контролируемой поверхности;
- поддоны для сбора отработанной магнитной суспензии;
- шкафы для хранения переносных дефектоскопов, контрольных образцов, дефектоскопических материалов и других средств контроля;
- подводку воды (горячей и холодной);
- подводку сжатого воздуха с редуктором и фильтром от маслосодержащих примесей;
- ванны для магнитной суспензии;
- закрывающиеся металлические ящики для использования обтирочных материалов.

5.6.5 Участок должен быть укомплектован:

- контрольными образцами с паспортом (не менее одного на дефектоскоп) и дефектограммами с видами индикаторных следов характерных дефектов;
- набором необходимого слесарного инструмента, лупами, цветными карандашами и мелками для разметки контролируемой поверхности и фиксации дефектов;
- дефектоскопическими обтирочными материалами,

5.6.6 Допускается проводить контроль магнитопорошковым методом на производственных (и монтажных) участках при условии полного соблюдения методики проведения контроля и требований техники безопасности.

6 КВАЛИФИКАЦИЯ ПЕРСОНАЛА

6.1 К работам по магнитопорошковому контролю основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов АЭС допускаются контролеры (специалисты, дефектоскописты, лаборанты и т.д.), прошедшие проверку знаний правил охраны труда (ПОТ), правил пожарной безопасности (ППБ), правил радиационной безопасности (ПРБ), правил технической эксплуатации (ПТЭ) и ПН АЭ в объеме должностных инструкций и квалификационных характеристик (рабочих инструкций), теоретическую и практическую подготовку по магнитопорошковому контролю и аттестованные в соответствии с требованиями правил и норм в атомной энергетике.

6.2 К работам по магнитопорошковому контролю допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие среднее, средне-специальное или высшее образование и получившие положительное заключение по результатам медицинского обследования.

6.3 Теоретическая и практическая подготовка контролеров по магнитопорошковому контролю проводится по программам подготовки к аттестации контролеров ГП «НАЭК «Энергоатом».

6.4 Контролеры других структурных подразделений ГП «НАЭК «Энергоатом» и сторонних организаций имеют право проводить контроль основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов АЭС при условии наличия у них удостоверений установленной формы на право проведения магнитопорошкового контроля. При этом комиссия по аттестации контролеров обособленного подразделения (ОП) должна провести дополнительную проверку практических навыков для контролеров, которых привлекает из сторонних организаций.

6.5 Квалификация контролеров, аттестованных с правом выдачи заключений, должна быть не ниже 4 разряда.

7 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

7.1 При проведении магнитопорошкового контроля необходимо соблюдать «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів» и требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.002.

7.2 Работы по магнитопорошковому контролю на высоте должны проводиться с соблюдением требований НПАОП 0.00-1.71-13 и НПАОП 0.00-1.15-07. При выполнении работ на высоте необходимо исключить возможность падения оборудования и других предметов, контролеры должны быть обеспечены специальными страховочными средствами. Леса и подмости должны обеспечивать безопасное и удобное расположение контролеров.

7.3 При проведении магнитопорошкового контроля с применением источников ультрафиолетового излучения, токсичных и химически агрессивных веществ и т.п. необходимо соблюдать требования безопасности согласно разделу 5 ДСТУ EN ISO 9934-1.

7.4 Контролеры, выполняющие работы по магнитопорошковому контролю, должны быть обеспечены спецодеждой в соответствии с НПАОП 0.00-3.09-05 и необходимыми средствами индивидуальной защиты в зависимости от объемов и условий выполнения работ.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)
СОСТАВЫ МАГНИТНЫХ СУСПЕНЗИЙ

Состав 1:	
Порошок магнитный черный, ТУ 6-14-1009-79 [8]	25 г ± 5 г
Хромпик калиевый K ₂ C ₂ O ₇ , ГОСТ 4220	5 г ± 1 г
Сода кальцинированная, ГОСТ 5100	10 г ± 1 г
Вещество «Сульфанол», ТУ 6-01-1043-86 [5]	2 г ± 0,5 г
Вода водопроводная, ГОСТ 2874	До 1000 мл
Состав 2:	
Порошок магний черный, ТУ 6-14-1009-79 [8]	25 г ± 5 г
Нитрит натрия, ГОСТ 19906	15 г ± 2 г
Вещество «Сульфанол», ТУ 6-01-1043-86 [5]	2 г ± 1 г
Вода водопроводная, ГОСТ 2874	До 1000 мл
Состав 3:	
Порошок магнитный черный, ТУ 6-14-1009-79 [8]	25 г ± 5 г
Мыло хозяйственное	1 г ± 0,5 г
Сода кальцинированная, ГОСТ 5100	12 г ± 2 г
Вода водопроводная, ГОСТ 2874	До 1000 мл
Состав 4:	
Порошок магнитный черный, ТУ 6-14-1009-79 [8]	25 г ± 5 г
Керосин осветительный, ОСТ 38.01-407-86	500 мл
Масло трансформаторное, ГОСТ 982	500 мл
Состав 5:	
Порошок магнитный черный, ТУ 6-14-1009-79 [8]	25 г ± 5 г
Масло нелюминесцирующее (марки РМ)	До 1000 мл
Состав 6:	
Порошок магнитный черный, ТУ 6-14-1009-79 [8]	25 г ± 5 г
Паста (присадка) МК-1, МК-2, ТУ 6-14-26-363-81 [4]	28 г ± 5 г
Вода водопроводная, ГОСТ 2874	1000 мл
Состав 7:	
Концентрат магнитной суспензии «Диагма», ТУ У 24.1-34002566-001:2011 [9]	42 г - 54 г
Вода водопроводная, ГОСТ 2874	1000 мл

Примечание 1. В водных суспензиях вместо вещества «Сульфанол» можно использовать вещество вспомогательное ОП-7 (ОП-10), ГОСТ 8433 в количественном отношении 5 г ± 1 г на 1 л суспензии.

Примечание 2. Для получения однородной по составу суспензии необходимо вначале все компоненты тщательно смешать с небольшим количеством воды, после чего, не прекращая перемешивания, довести ее объем до требуемого.

Примечание 3. Способ приготовления мыльно-водной суспензии (состав 3) осуществляется в следующем порядке: мелко измельченное (наструганное) мыло хозяйственное в количестве 1 г ± 0,5 г растворить в 100 мл горячей воды (при T от 50 °С до 60 °С). Полученный раствор перелить в содовый раствор с последующим добавлением недостающего количества воды.

Магнитный порошок вначале тщательно перемешивается с небольшим количеством полученного раствора, а затем добавляют оставшуюся жидкость до полного объема.

Примечание 4. При магнитно-люминесцентном контроле в составах 1, 3, 5 и 6 вместо черного магнитного порошка применяются магнитно-люминесцентные порошки (Люмагпор-3Б, ТУ 6-09-5020-82 [6] или Люмагпор-5, ТУ 6-09-5296-86 [7]) в количественном отношении $4 \text{ г} \pm 1 \text{ г}$ на 1 л суспензии.

Примечание 5. Вязкость дисперсионной среды состава 5, содержащего масло трансформаторное, ГОСТ 982, при температуре окружающей среды $+ 20 \text{ }^\circ\text{C}$ не превышает $30 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (до 30 сСт).

Вязкость дисперсионной среды, содержащей керосин, воду, не превышает $3 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ (3 сСт) при температуре окружающей среды $+ 20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Примечание 6. Допускается применение аналогичных дефектоскопических материалов для приготовления составов магнитных суспензий, проконтролированных в соответствии с требованиями 5.3.2 этого стандарта.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

**МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ И АТТЕСТАЦИИ
КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ**

Б.1 Контрольный образец изготавливается из высокохромистых сталей с содержанием хрома от 10% до 15% длиной (110 ± 10) мм, шириной (20 ± 1) мм и толщиной от 4 мм до 5 мм.

Б.2 После предварительной механической обработки образец шлифуется на глубину от 0,2 мм до 0,3 мм с шероховатостью поверхности R_a не более 1,6 мкм и азотируется.

Б.3 Азотирование образца проводится в атмосфере аммиака в два этапа:

- при температуре (540 ± 15) °С с выдержкой при этой температуре (20 ± 1) ч со степенью диссоциации аммиака $(30 \pm 3)\%$;
- при температуре (580 ± 15) °С с выдержкой при этой температуре (20 ± 1) ч со степенью диссоциации аммиака $(60 \pm 3)\%$.

Охлаждается образец в печи в атмосфере аммиака до 200 °С с последующей выдержкой на воздухе.

Б.4 После азотирования рабочие (широкие) поверхности образцов шлифуются на глубину не более 0,05 мм (с обильным охлаждением) до шероховатости, указанной в табл. 5.1, в зависимости от требуемого уровня чувствительности.

Б.5 Толщина азотированного слоя измеряется с помощью металломикроскопа на подготовленном микрошлифе.

Б.6 Для получения искусственных трещин образец устанавливается на две опоры стола винтового пресса и через призму плавно изгибается до появления характерного хруста, свидетельствующего о разрушении азотированного слоя. Глубина образовавшихся трещин принимается равной толщине азотированного слоя. При этом ширина раскрытия выявленных трещин измеряется на металломикроскопе.

Б.7 Полученные образцы маркируются, подвергаются контролю методом магнитопорошковой дефектоскопии и фотографируются.

Б.8 Аттестация контрольных образцов проводится службами неразрушающего контроля и метрологии.

Б.9 Образцы после контроля в соответствии Б.7 должны быть очищены, просушены и храниться в сухом помещении.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

ФОРМА ПАСПОРТА НА КОНТРОЛЬНЫЙ ОБРАЗЕЦ

ПАСПОРТ
на контрольный образец №

Контрольный образец из стали марки _____ предназначен для оценки выявляющей способности применяемого магнитного индикатора.

На образце имеется _____ поверхностных трещин. Нумерация трещин отсчитывается от клейма. Размеры трещин представлены в таблице.

Номер образца	Номер трещины от клейма	Размеры трещин			Дата очередной аттестации
		ширина, мкм	глубина, мкм	длина, мм	
1	2	3	4	5	6

Режим намагничивания:

Контрольный образец аттестован (дата) и признан годным для магнитопорошкового контроля по условному уровню чувствительности _____ (А, Б, В).

Фотография контрольного образца прилагается.

Контрольный образец должен храниться в сухом месте в коробке.

(дата и подпись руководителя подразделения неразрушающего контроля)

(дата и подпись руководителя метрологической службы)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

**ЗНАЧЕНИЯ КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЫ,
ОСТАТОЧНОЙ ИНДУКЦИИ И ПОЛЯ НАСЫЩЕНИЯ
ДЛЯ ОСНОВНЫХ СТАЛЕЙ**

Марка стали	Термическая обработка	Остаточная индукция B_r , Т	Коэрцитивная сила H_c , А/см	Поле насыщения $H_{нас}$, А/см
1	2	3	4	5
10	В состоянии поставки	0,8	2,4	40
20	То же	1,17	3,2	80
22К	«	1,1	5,0	85
25Л	Нормализация с 880 °С – 900 °С, отпуск при 610 °С – 630 °С	1,1	3,7	50
45	Закалка с 860 °С, отпуск при 380 °С -420 °С	0,79	22,2	160
	Закалка с 820 °С, отпуск при 450 °С	0,83	13,6	160
	Закалка с 820 °С, отпуск при 535 °С	1,03	12,0	100
	Закалка с 850 °С, отпуск при 600 °С	0,82	28,0	160
16ГНМА	Нормализация с 920 °С – 940 °С, отпуск при 620 °С – 670 °С	1,1	4,0	80
10ГН2МФА	Закалка с 850 °С, отпуск при 650 °С	1,18	6,6	90
15Х2НМФА	Закалка с 920 °С, отпуск при 650 °С	1,2	6,5	100
08Х14МФ	Закалка с 1000 °С, отпуск при 760 °С -780 °С	0,9	7,8	90
15Х1М1Ф	Нормализация с 1020 °С – 1050 °С, отпуск при 730 °С -760 °С	1,08	5,0	50
15Х1М1ФЛ	Нормализация с 1020 °С -1050 °С; нормализация с 1000 °С – 1010 °С, отпуск при 720 °С -750 °С	1,4	5,3	80
12ХМ	Нормализация с 880 °С – 920 °С отпуск при 620 °С – 650 °С	1,06	3,6	50
12Х1МФ	Нормализация с 950 °С – 980 °С, отпуск при 730 °С – 760 °С	1,0	5,7	60
20ХМ	Нормализация с 880 °С – 920 °С, отпуск при 620 °С – 650 °С	1,2	5,3	50
20ХМФА	Нормализация с 980 °С – 1000 °С; нормализация с 960 °С – 980 °С, отпуск при 710 °С – 740 °С	1,3	6,4	60

Марка стали	Термическая обработка	Остаточная индукция B_r , Т	Коэрцитивная сила H_c , А/см	Поле насыщения $H_{нас}$, А/см
1	2	3	4	5
20ХЗМВФ (ЭИ-415)	В состоянии поставки	0,67	14,0	80
	Закалка с 1050 °С, отпуск при 680 °С	1,33	13,5	60
16ГС	Закалка с 930 °С, отпуск при 580 °С	-	4,8	-
20ГСЛ	Нормализация с 880 °С – 920 °С, отпуск при 520 °С – 550 °С	1,15	3,9	-
12ХНЗА	Цементация при 910 °С	0,7	12	120
	Закалка с 800 °С – 830 °С, отпуск при 160 °С – 200 °С	0,8	10,3	200
20ХНЧФА	Закалка с 850 °С, отпуск при 600 °С	1,15	10,0	80
25ХГСА	Закалка с 890 °С, отпуск при 630 °С	1,4	9,5	70
30ХГСА	Закалка с 880 °С, отпуск при 620 °С – 640 °С	1,08	12,0	-
34ХНЗМА	Нормализация с 850 °С – 870 °С, отпуск при 600 °С	1,17	7,5	80
38ХА	Закалка с 860 °С, отпуск при 550 °С	1,45	10	60
38ХМЮА	Закалка с 940 °С, отпуск при 650 °С, азотирование	1,0	16,2	160
38ХНЗМФА	Закалка с 850 °С, отпуск при 600 °С	1,15	10	100
08Х1 7Т	Отжиг при 760 °С – 780 °С	0,41	4,0	100
1Х17 Н2	Закалка с 1030 °С, отпуск при 350 °С	0,63	32,0	-
	Закалка с 1030 °С, отпуск при 680 °С	0,7	16	-
12Х13	Нормализация с 1020 °С, отпуск при 750 °С	1,11	4,0	50
20Х13	Закалка с 1025 °С, отпуск при 620 °С	0,58	11,1	80
22КВДП	В состоянии поставки	1,4	3,0	-
1Х14НДЛ 48ТС	То же	1,05	9,5	-
(15ХЗМФ)	«	1,25	6,0	-

Примечание 1. Магнитная проницаемость приведенных выше сталей - более 40.

Примечание 2. Перечень сталей будет дополняться по мере получения данных, по их магнитным характеристикам.

Примечание 3. Стали 12ХНЗА, 20Х13, 38ХНЗМФА, 30ХГСА относятся к числу азотируемых и могут быть использованы для изготовления контрольных образцов.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (справочное)

РАСЧЕТ НАМАГНИЧИВАЮЩЕГО ТОКА

Д.1 При циркулярном намагничивании максимальное значение намагничивающего тока I , А, для получения заданной напряженности магнитного поля $H_{пр}$, А/см, определяется по формуле:

а) для объектов цилиндрической формы с круглым сечением:

$$I = 3 \times H_{пр} \times d, \quad (Д.1)$$

Где, d - диаметр круглого сечения, см;

б) для объектов с прямоугольным сечением:

$$I = 2H_{пр} \times a \quad \text{при } a/b \geq 10; \quad (Д.2)$$

$$I = 2H_{пр} \times (a+b) \quad \text{при } a/b < 10, \quad (Д.3)$$

Где, a и b — длина и ширина прямоугольного сечения, см; для участков крупногабаритных объектов

$$I = K \times H_{пр} \sqrt{l^2 + C^2}, \quad (Д.4)$$

Где, l - расстояние между электроконтактами или длина контролируемого участка, см;

C - ширина контролируемого участка, см;

K - коэффициент, учитывающий род тока и расстояние между электроконтактами.

Для действующего значения переменного тока $K = 1,8$, а выпрямленного - $K = 1,5$.

Д.2 С целью упрощения и удобства пользования формулой расчета тока циркулярного намагничивания участков крупногабаритных изделий можно использовать условие, когда $C = 0,6 \times l$. Тогда формула примет вид:

$$\text{для переменного тока} \quad I = 2,1 H_{пр} \times l; \quad (Д.5)$$

$$\text{для выпрямленного тока} \quad I = 1,7 H_{пр} \times l. \quad (Д.6)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(справочное)

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Неразрушающий контроль металлов и изделий. Справочник. Под ред. Г. С. Самойловича. Москва. Машиностроение, 1976г.
2. ПНАЭ Г-7-015-89 «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Магнитопорошковый контроль».
3. ПК 1514-72 Правила контроля сварных соединений и наплавки узлов и конструкций атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок.
4. ТУ 6-14-26-363-81 Паста (присадка) МК-1, МК-2.
5. ТУ 6-01-1043-86 Сульфанол, 40%-ный раствор, полученный из Н-парафинов.
6. ТУ 6-09-5020-82 Порошок магнитно-люминесцентный Люмагпор 3Б.
7. ТУ 6-09-5296-86 Порошок магнитно-люминесцентный Люмагпор-5.
8. ТУ 6-14-1009-79 Порошок магнитный черный для дефектоскопии металлов.
9. ТУ У 24.1-34002566-001:2011 Матеріали індикаторні кольорові для магнітопорошкової дефектоскопії «ДІАГМА – 1100», «ДІАГМА – 1200», «ДІАГМА – 0473», «ДІАГМА – 0400».
10. Письмо Госатомнадзора Украины от 14.08.95г № 07/2-09/612.

Код КНДК: 2.20.35

Ключевые слова: Заключение (протоколы), методика, намагничивание, магнитопорошковый дефектоскоп, магнитопорошковый контроль, чувствительность
