Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях»

(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

ПРИКАЗ

28.02.2011 № 217

Москва

О введении в действие
РД ЭО 1.1.2.19.0199-2010

В целях повышения эффективности контроля металла оборудования и трубопроводов АЭС

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Ввести в действие с 01.04.2011 руководящий документ эксплуатирующей организации РД ЭО 1.1.2.19.0199-2010 «Определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле сварочных и наплавочных материалов, основном металле, сварных швах аустенитных нержавеющих сталей и антикоррозионной наплавке оборудования и трубопроводов АС. Инструкция» (приложение).

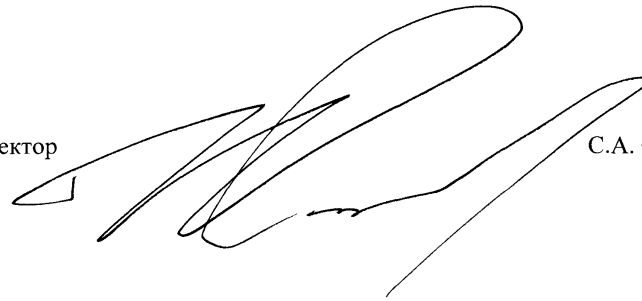
2. Заместителям Генерального директора – директорам филиалов ОАО «Концерн Росэнергоатом»: «Балаковская атомная станция» Игнатову В.И., «Белоярская атомная станция» Баканову М.В., «Билибинская атомная станция» Тухветову Ф.Т., «Калининская атомная станция» Мартыновченко Л.И., «Кольская атомная станция» Омельчуку В.В., «Курская атомная станция» Сорокину Н.М., «Ленинградская атомная станция» Перегуде В.И., «Нововоронежская атомная станция» Поварову В.П., «Ростовская атомная станция» Паламарчуку А.В., «Смоленская атомная станция» Петрову А.Ю. принять документ, указанный в п. 1 настоящего приказа, к руководству и исполнению и обеспечить его введение в действие в установленном на АЭС порядке.

3. Департаменту планирования производства, модернизации и продления срока эксплуатации (Дементьев А.А.) внести в установленном порядке документ, указанный в п. 1 настоящего приказа, в подраздел 1.13.1 Указателя технических документов, регламентирующих обеспечение безопасной эксплуатации энергоблоков АС (обязательных и рекомендуемых к использованию).

4. Признать утратившим силу приказ концерна «Росэнергоатом» от 30.01.2001 № 46 «О введении в действие Инструкции РД ЭО 0199-00».

gost.e-ecolog.ru

5. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Генерального директора – директора по производству и эксплуатации АЭС Шутикова А.В.

Генеральный директор  С.А. Обозов

Д.Ф. Гуцев
(495) 710-62-58

Приложение к приказу
ОАО „Концерн Росэнергоатом"
от 28.02.2011 № 217

Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях»
(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Генерального директора – директор по производству и эксплуатации АЭС
ОАО «Концерн Росэнергоатом»
_____А.В. Шутиков
«30» 10 2010

Руководящий документ эксплуатирующей организации **РД ЭО 1.1.2.19.0199-2010**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЕРРИТНОЙ ФАЗЫ В НАПЛАВЛЕННОМ МЕТАЛЛЕ СВАРОЧНЫХ И НАПЛАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОСНОВНОМ МЕТАЛЛЕ, СВАРНЫХ ШВАХ АУСТЕНИТНЫХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ И АНТИКОРРОЗИОННОЙ НАПЛАВКЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АС

ИНСТРУКЦИЯ

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт по эксплуатации атомных электростанций» (ОАО «ВНИИАЭС») и Открытым акционерным обществом «Научно-производственное объединение «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения» (ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»)

2 ВНЕСЕН Департаментом инженерной поддержки ОАО «Концерн Росэнергоатом»

3 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от 28.02.2011 № 217

4 Взамен РД ЭО 0199-00

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины, определения и сокращения 4
4 Основные положения 6
5 Требования к средствам измерения содержания ферритной фазы магнитным методом 8
6 Измерение содержания ферритной фазы при контроле качества сварочных (наплавочных) материалов 12
7 Измерение содержания ферритной фазы в основном металле оборудования, изготовленного из хромоникелевых сталей аустенитного класса, сварных швах и антикоррозионной наплавке 16
8 Оценка и оформление результатов измерений содержания ферритной фазы 17
9 Метрологическое обеспечение и аттестация средств измерения содержания ферритной фазы 19
Приложение А (справочное) Сведения о структуре хромоникелевых сталей аустенитного класса и металла, наплавленного аустенитными сварочными (наплавочными) материалами 21
Приложение Б (справочное) Методы определения содержания ферритной фазы 26
Приложение В (рекомендуемое) Примерный перечень оборудования и трубопроводов систем АС, при контроле за состоянием и ремонте которых требуется определение содержания ферритной фазы в металле 31
Приложение Г (справочное) Перечень сварочных (наплавочных) материалов, подлежащих испытаниям на содержание ферритной фазы 33

Приложение Д (справочное) Требования нормативных и конструкторских документов к содержанию ферритной фазы в металле..... 34
Приложение Е (справочное) Технические характеристики ферритометров МФ-51 О и МФ-51 НЦ..... 45
Приложение Ж (рекомендуемое) Форма свидетельства о поверке ферритометра..... 51
Приложение К (рекомендуемое) Формы журналов регистрации контроля..... 53
Приложение Л (рекомендуемое) Форма протокола/заключения..... 54
Библиография..... 56

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЕРРИТНОЙ ФАЗЫ В НАПЛАВЛЕННОМ МЕТАЛЛЕ СВАРОЧНЫХ И НАПЛАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОСНОВНОМ МЕТАЛЛЕ, СВАРНЫХ ШВАХ АУСТЕНИТНЫХ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ И АНТИКОРРОЗИОННОЙ НАПЛАВКЕ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АС

ИНСТРУКЦИЯ

Дата введения - 2011-03-01

1 Область применения

Настоящий руководящий документ (далее - РД) устанавливает требования к определению содержания ферритной фазы магнитным методом при контроле качества аустенитных сварочных (наплавочных) материалов и контроле за состоянием основного металла, сварных швов хромоникелевых сталей аустенитного класса и антикоррозионной наплавки оборудования и трубопроводов атомных станций по ГОСТ 2246, ГОСТ 9466, ГОСТ 26364, ГОСТ 8.518, ISO 8249 и металлографическим методом при контроле качества прутков из аустенитных сталей по ГОСТ 11878.

Требования настоящего РД обязательны для применения филиалами ОАО «Концерн Росэнергоатом» - действующими атомными станциями, а также организациями, обеспечивающими безопасную эксплуатацию атомных станций и привлекаемыми к:

- установлению причин повреждения металла;

- ремонту оборудования и трубопроводов с применением сварки (наплавки);

- контролю за состоянием основного металла, сварных швов и антикоррозионной наплавки оборудования и трубопроводов АС после длительных сроков эксплуатации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем РД использованы ссылки на следующие нормативные документы:

НП-001-97 Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ–88/97)

ПНАЭ Г-7-008-89 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

ПНАЭ Г-7-009-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения

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

ISO 8249-2000 Сварка - определение ферритного числа в металле сварного шва, наплавленном из аустенитной и дуплексной феррито-аустенитной хромоникелевой нержавеющей стали

ГОСТ 8.518-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Ферритометры для сталей аустенитного класса. Методика поверки

ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 9466-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия

ГОСТ 11878-66 Сталь аустенитная. Методы определения содержания ферритной фазы в прутках

ГОСТ 26364-90 Ферритометры для сталей аустенитного класса. Общие технические условия

ОСТ 108.109.01-92 Заготовки корпусных деталей из коррозионностойких сталей аустенитного класса. Технические условия

СТО 1.1.1.01.0678-2007 Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций

РД ЭО 0295-2004 Техническое обслуживание и ремонт систем и оборудования атомных станций. Исполнительные документы ремонтных работ с применением сварки. Виды и требования к содержанию и оформлению

ТУ 3-316-87 Трубы бесшовные из стали аустенитного класса. Взамен ТУ 195-80

ТУ 108-713-77 Трубы бесшовные из коррозионностойкой стали

ТУ 108-11-339-78 Поковки из стали марки 10Х18Н9 особого качества

ТУ 108.11.894-87 Поковки без механической обработки из сталей марки 08Х18Н10Т-Е. Технические условия;

ТУ 108.11.937-87 Заготовки из стали марок 10Х18Н9, 10Х18Н9-Ш, 10Х18Н9-ВД

ТУ 14-1-790-73 Заготовка трубная из коррозионностойких марок стали диаметром 80 - 180 мм для электрополированных труб;

ТУ 14-1-3409-82 Прокат толстолистовой из коррозионностойких, высоколегированных и теплоустойчивых сталей марок 09Х18Н9, С8Х16Н11М3, 10Х2МФБ (ЭИ-531), 10Х2М (48ТН-1), 10Х2М1ФБ (48ТН-2)

ТУ 14-1-3845-84 Заготовка трубная из коррозионностойкой стали для электрополированных труб (взамен ТУ 14-1-783-73)

ТУ 14-1-3935-85 Заготовка трубная из коррозионностойкой стали марок 09Х18Н10Т, 06Х18Н10Т, 03Х18Н10Т и сплава ХН40Б (ЭП 337) для тонкостенных и особотонкостенных труб (взамен ТУ 14-1-605-73)

ТУ 14-3-1233-84 Трубы бесшовные холоднодеформированные из стали марки 09Х18Н9 с повышенным качеством поверхности

ТУ 14-134-334-94 Слитки из коррозионностойкой стали электрошлакового переплава

ТУ 14-159-295-2004 Трубы бесшовные холоднодеформированные из стали марки 09Х18Н9 с повышенным качеством поверхности

ТУ 21-4-83 Трубы бесшовные из стали марки) 08Х18Н10Т

ТУ 95.349-2000 Трубы электросварные прямошовные из стали марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т для атомных электрических и тепловых станций. Технические условия

ТПКМЭ-20-96 Типовая программа контроля механических свойств металла трубопроводов АЭС с ВВЭР-1000 после 100 тысяч часов эксплуатации;

ТПКМЭ-21-97 Типовая программа контроля механических свойств металла трубопроводов АЭУ с РУ ВВЭР-440 после 100 тысяч часов эксплуатации

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем руководящем документе применены термины по НП-001-97, ПНАЭ Г-7-008-89, ПНАЭ Г-7-009-89, ПНАЭ Г-7-010-89, ПНАЭ Г-7-025-90, СТО 1.1.1.01.0678, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **ферритная фаза, феррит, дельта-феррит (δ-феррит):** Мелкодисперсная фаза, возникающая при кристаллизации из жидкого состояния хромоникелевых сталей аустенитного класса, имеющая объемно-центрированную кубическую кристаллическую решетку и обладающая ниже точки Кюри (около 650 °С) ферромагнитными свойствами.

3.2 **альфа-фаза (α-фаза):** В аустенитных хромоникелевых сталях - фаза, возникающая в результате фазовых превращений в твёрдом состоянии и имеющая объемно-центрированную кубическую решётку и ферромагнитные свойства ниже точки Кюри (около 650 °С).

3.3 **содержание ферритной фазы:** Массовая доля ферритной фазы в хромоникелевых сталях аустенитного класса.

3.4 **процент феррита:** Единица измерения содержания ферритной фазы, отождествляемая в ГОСТ 26364 и ГОСТ 8.518 с одной сотой величины удельной намагниченности насыщения ферритной фазы данной стали.

3.5 **ферритное число:** Условная величина, характеризующая содержание ферритной фазы в хромоникелевых сталях аустенитного или аустенитно-ферритного класса (ISO 8249-2000).

3.6 **магнитная ферритометрия:** Совокупность теоретических исследований и практических разработок для применения в научных целях и в производственных условиях магнитного метода контроля содержания ферритной фазы; направление в системе обеспечения качества изделий из хромоникелевых сталей аустенитного класса.

3.7 **метод магнитного насыщения:** В магнитной ферритометрии - метод измерения содержания ферритной фазы, опирающийся на измерения намагниченности стали в магнитных полях высокой напряжённости, достаточных для достижения магнитного насыщения, при котором результат измерения не зависит от морфологии ферритной фазы.

3.8 **калибровка, градуировка:** Построение калибровочной (градуировочной) таблицы, графика, устанавливающих соответствие между показаниями рабочего средства измерения - ферритометра и значениями измеряемой величины СФФ с помощью стандартных образцов СФФ.

3.9 **стандартные образцы содержания ферритной фазы (комплект):** В соответствии с ГОСТ 8.518 образцы сталей аустенитного класса, аттестованные в процентах феррита методом магнитного насыщения органами государственной метрологической службы и предназначенные для калибровки и поверки различных ферритометров объёмного и локального типов.

3.10 **контрольные образцы:** Входящие в комплект ферритометра образцы для повседневного контроля его работоспособности и настройки в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

3.11 **определение СФФ:** Совокупность операций, включающая в себя подготовку исследуемого объекта к измерениям (изготовление образцов при использовании ферритометров объемного типа, подготовку поверхности металла при использовании ферритометров локального типа), выполнение измерений и обработку полученных результатов.

3.12 **переносные магнитные ферритометры:** Приборы для определения содержания ферритной фазы в лабораторных и производственных условиях.

В тексте РД использованы следующие сокращения:

АС	- атомная станция;
КМПЦ	- контур многократной принудительной циркуляции;
ОЦК	- объемно-центрированная кубическая решетка;
РД	- руководящий документ;
РУ	- реакторная установка;
СФФ	- содержание ферритной фазы;
ФФ	- ферритная фаза.

4 Основные положения

4.1 РД соответствует требованиям НП-001-97, ПНАЭ Г-7-008-89, ПНАЭ Г-7-010-89, ПНАЭ Г-7-025-90, СТО 1.1.1.01.0678.

4.2 Регламентирование исходного содержания ферритной фазы в основном металле оборудования АС, контрольных сварных швах и наплавках обусловлено значительным влиянием данного показателя на склонность сварных швов аустенитных сталей и антикоррозионной наплавки к образованию горячих трещин при сварке, стабильность эксплуатационных характеристик металла при длительной работе в условиях повышенной температуры (приложение А).

Сравнительно малые изменения СФФ (в пределах нескольких процентов или долей процента) могут привести к существенному изменению свойств металла.

В связи с этим повышенные требования предъявляются также к методам контроля СФФ, поскольку небольшая неточность при ее определении (измерении) может явиться причиной ошибочного заключения при оценке качества металла.

4.3 Наиболее точным методом определения СФФ в аустенитном металле (по сравнению с расчетным, металлографическим, рентгеноструктурным и другими методами) является метод магнитного насыщения (приложение Б). Результаты, полученные магнитными приборами и устройствами разных конструкций, могут отличаться друг от друга даже при использовании одних и тех

же контрольных образцов металла. На результат измерений влияют форма, размеры и ориентация частиц ферритной фазы, т.е. ее морфология. В сталях аустенитного класса частицы ферритной фазы, разделенные парамагнитной матрицей, обладают размагничивающим свойством ввиду своих малых размеров, неправильной формы и случайной ориентации по отношению к намагничивающему полю, что приводит к нелинейной зависимости сигнала измерительного преобразователя прибора от СФФ в стали. Результаты измерений СФФ зависят также от конструкции измерительного преобразователя прибора. В связи с этим для сопоставимости результатов измерений на всех стадиях технологического процесса изготовления и жизненного цикла оборудования и трубопроводов крайне важным является обеспечение единства измерений СФФ на базе единой методики и единых средств измерений, а также обеспечение преемственности при смене методик и средств измерений.

4.4 Основные технические характеристики и параметры переносных магнитных ферритометров, предназначенных для измерений СФФ в литье, в металле, наплавленном сварочными (наплавочными) материалами, в сварных швах и наплавках из коррозионностойких нержавеющих хромоникелевых материалов, установлены ГОСТ 26364. К ним относятся: размеры рабочей зоны измерительного преобразователя и напряженность магнитного поля в рабочей зоне измерительного преобразователя (для ферритометров объемного типа), возможность выполнения измерений при различном объеме контролируемого металла (для ферритометров локального типа), предел допускаемой основной приведенной погрешности, показатели надежности (долговечности) для ферритометров обоих типов и др.

4.5 В целях обеспечения достоверности результатов приборы для измерения СФФ должны проходить периодическую поверку в соответствии с ГОСТ 8.518.

4.6 Единицей измерения содержания ферритной фазы в литом и наплавленном металле является «процент», т.е. массовая доля содержания фазы в структуре исследуемого металла. Кроме того, в случаях, предусмотренных

нормативной документацией, допускается выражение результатов измерений СФФ в наплавленном металле в единицах ферритного числа в соответствии с ГОСТ 26364 и международным стандартом ISO 8249. Допускается также выражение результатов измерений СФФ в основном металле прутков в баллах по ГОСТ 11878.

4.7 Требования настоящего РД распространяются на оборудование и трубопроводы АС, примерный перечень которых приведен в приложении В.

4.8 Перечень сварочных (наплавочных) материалов, подлежащих испытаниям на содержание ферритной фазы в наплавленном металле, приведен в приложении Г.

4.9 Сведения о требованиях стандартов и конструкторских документов к определению СФФ в наплавленном металле сварочных и наплавочных материалов, основном металле заготовок и готовой продукции, сварных швах аустенитных нержавеющих сталей и антикоррозионной наплавке приведены в приложении Д.

5 Требования к средствам измерения содержания ферритной фазы магнитным методом

5.1 На переносные магнитные ферритометры, предназначенные для измерений СФФ в металле, наплавленном аустенитными сварочными (наплавочными) материалами при контроле их качества, в оборудовании и трубопроводах, изготовленных из хромоникелевых сталей аустенитного класса, сварных швах и антикоррозионных наплавках, распространяется ГОСТ 26364.

Стандарт устанавливает типы ферритометров: объёмные с проходным измерительным преобразователем для измерений СФФ в образцах и локальные с накладным преобразователем для измерений СФФ на поверхности основного металла, сварных швов и антикоррозионных наплавок.

Стандарт определяет следующие основные параметры ферритометров, требования к их метрологическим характеристикам, конструкции, надёжности, комплектности, а также правила приёмки и методы испытаний:

– предел допускаемой основной приведенной погрешности не должен превышать 5 % от верхнего предела диапазона измерений; при этом дополнительные погрешности, вызванные изменениями внешних факторов в пределах рабочих условий применения, не должны превышать 20 % предела допускаемой основной погрешности;

– конструкцией измерительного преобразователя объёмных ферритометров должно быть предусмотрено наличие рабочей зоны для погружения образцов длиной не менее 60 мм и диаметром не менее 7 мм;

– создаваемая в рабочей зоне объёмных ферритометров напряжённость магнитного поля должна быть не менее 25 кА/м; при этом неоднородность магнитного поля в рабочей зоне не должна превышать 5 %;

– конструкцией локальных ферритометров должна быть предусмотрена возможность выполнения измерений с помощью одного или нескольких сменных преобразователей в участках поверхностного слоя металла, ограниченного полусферой радиусом, выбранным из ряда: 1, 2, 3, 6, 12, 20 мм (использование ферритометров локального типа других конструкций с отличающимся радиусом действия, требующее внесения изменений в методику выполнения измерения, должно быть согласовано с головной материаловедческой организацией Росатома, аттестованной Ростехрегулированием на право поверки ферритометров. Применение таких ферритометров должно быть одобрено Ростехнадзором);

– показатели надёжности ферритометров - безотказность (наработка на отказ): для объёмных ферритометров не менее 25000 ч и для локальных ферритометров не менее 15500 ч; и долговечность (средний срок службы до списания): для объёмных ферритометров не менее 12 лет и для локальных ферритометров не менее 8 лет (критерий отказа - основная приведенная погрешность);

– результаты измерений СФФ должны быть выражены в процентах, определяемых с помощью градуировочных таблиц в случае приборов со стрелочной индикацией измерений либо непосредственно на основании показаний измерительного прибора с цифровой индикацией.

Стандартом предусмотрена возможность внесения поправок на химический состав контролируемого металла по методике, устанавливаемой техническими условиями на ферритометры конкретного типа.

Стандартом допускается выражение результатов измерений в единицах ферритного числа, предусмотренных международным стандартом ISO 8249.

5.2 Преимущества измерений с помощью ферритометров объёмного типа:

– в рабочей зоне измерительного преобразователя согласно ГОСТ 26364 достигается более высокая, чем у большинства локальных ферритометров, напряжённость магнитного поля при высокой его однородности, чем обеспечивается достаточно сильное и равномерное промагничивание металла по сравнению с локальными ферритометрами, у которых напряжённость намагничивающего поля даже в месте контакта сердечника измерительного преобразователя с металлом, как правило, существенно меньше (порядка от 1 до 20 кА/м) и быстро убывает с расстоянием от места контакта сердечника преобразователя с контролируемым металлом;

– калибровка и поверка ферритометров объёмного типа выполняется с помощью стандартных образцов, аттестуемых непосредственно методом магнитного насыщения;

– после измерений остаётся образец-свидетель, доступный для повторных испытаний.

5.3 Преимущества измерений с помощью ферритометров локального типа состоят в том, что они позволяют:

– получать данные о распределении СФФ "от точки к точке" и делать это с разной степенью локальности в зависимости от конкретной задачи, пользуясь средствами измерений различной конструкции, предусмотренными стандартами;

– проводить измерения СФФ на оборудовании сложной формы независимо от пространственной ориентации контролируемой поверхности;

– исследовать разнородные сварные соединений и многослойные наплавки;

– устанавливать закономерности распределения СФФ в различных зонах основного металла, сварных швов и антикоррозионных наплавок.

5.4 Многолетний опыт контроля СФФ в сварочных материалах и оборудовании при эксплуатации АС показал, что обеспечение достоверности и единства результатов измерений достигается благодаря использованию разработанных и изготовленных ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» ферритометров ФЦ-2 (объемного типа) и ФВД-2 (локального типа), фактический срок службы которых многократно превышает предусмотренный ГОСТ 26364.

Допускается использование ферритометров объемного и локального типов других конструкций при условии, что ферритометры отвечают требованиям ГОСТ 26364 и ГОСТ 8.518, внесены в Федеральный реестр средств измерений, их применение обеспечивают выполнение требований ПНАЭ Г-7-010-89 и конструкторской документации по контролю сварных соединений и наплавок и согласовано с головной материаловедческой организацией Росатома, аттестованной Ростехрегулированием на право поверки ферритометров.

5.5 Для выполнения измерений СФФ в условиях АС и подрядных организаций рекомендуется применять разработанные и выпускаемые при методическом и метрологическом сопровождении головной материаловедческой организацией Росатома, аттестованной Ростехрегулированием на право поверки ферритометров, приборы нового поколения, представляющие собой усовершенствованные версии ферритометров ФЦ-2 и ФВД-2.

5.5.1 Рекомендуется применять в качестве ферритометра объемного типа прибор МФ-51 О, а локального типа прибор МФ-51 НЦ или ферритометры других марок, отвечающие требованиям настоящего РД. Технические характеристики ферритометров указанных марок приведены в приложение Е.

5.5.2 Стандартные образцы СФФ, используемые при градуировке и периодической поверке ферритометров, должны изготавливаться по технологии, предусмотренной международным стандартом ISO 8249-2000 (опирающимся на

российские разработки [1]) и согласованной с головной материаловедческой организацией Росатома, аттестованной Ростехрегулированием на право поверки ферритометров.

5.5.3 Использование приборов нового поколения в комплекте с набором аттестованных стандартных образцов СФФ позволяет обеспечить методическое единство и сопоставимость результатов измерения СФФ ферритометрами объемного и локального типов, а также преемственность измерений с измерениями приборами ФЦ-2 и ФВД-2.

5.6 Срок службы ферритометров устанавливается ГОСТ 26364. Допускается продление срока службы ферритометров сверх предусмотренного ГОСТ 26364, но не более, чем на один срок службы, после определения и контроля его метрологических характеристик головной материаловедческой организацией Росатома, аттестованной Ростехрегулированием на право поверки ферритометров. При этом выдается свидетельство о поверке ферритометра (приложение Ж).

5.7 Сведения о продлении срока службы ферритометра с указанием номера и даты выдачи заключения головной материаловедческой организацией Росатома, аттестованной Ростехрегулированием на право поверки ферритометров вносятся в паспорт прибора.

6 Измерение содержания ферритной фазы при контроле качества сварочных (наплавочных) материалов

6.1 Изготовление образцов для измерения СФФ в металле сварочной (наплавочной) проволоки

Согласно ГОСТ 2246 для измерения СФФ в сварочной (наплавочной) проволоке от каждой партии отбирают 3 % мотков (катушек, кассет). Пробы проволоки отбирают с обоих концов каждого контролируемого мотка или из двух участков каждой контролируемой катушки (кассеты) на расстоянии не менее 5 м друг от друга. Количество отобранных проб проволоки должно быть

достаточно для изготовления не менее двух контрольных образцов от контролируемой партии проволоки.

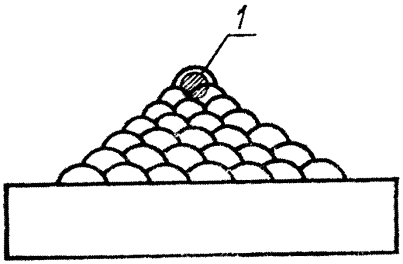
Заготовки контрольных образцов для измерения СФФ в сварочной (наплавочной) проволоке изготавливают путем переплавки проволоки в охлаждаемый кокиль из меди. Переплавку проволоки производят электродуговым способом неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона.

Из полученных заготовок механическим способом изготавливают цилиндрические образцы диаметром (5±0,1) мм и длиной (60±1) мм.

Измерение СФФ в образцах проводят магнитным методом с помощью ферритометра объемного типа.

6.2 Изготовление образцов для измерения СФФ в металле, наплавленном покрытыми электродами, ручной или автоматической наплавкой сварочной (наплавочной) проволокой в среде защитного газа

Для измерения СФФ выполняют многослойную наплавку, как показано на рисунке 1, из которой изготавливают контрольные образцы.



1 – место отбора образцов для измерений СФФ

Рисунок 1 – Схема выполнения семислойной наплавки покрытыми электродами и сварочной (наплавочной) проволокой

Семислойная наплавка покрытыми электродами каждой контролируемой партии выполняется по ГОСТ 9466 на пластине размером 160х80х15 мм из стали марки ВСт3сп по ГОСТ 380 или из стали, для сварки которой предназначены электроды контролируемой марки, или из стали марки 08Х18Н10, 08ХН10Т или 12Х18Н9Т по ГОСТ 5632.

При выполнении наплавки на пластину из стали, для сварки которой предназначены электроды контролируемой марки, или из стали марки 08Х18Н10, 08ХН10Т или 12Х18Н9Т по ГОСТ 5632 количество наплавляемых слоев может быть уменьшено до пяти.

Указанные выше требования распространяются также на многослойную наплавку, выполняемую ручным дуговым способом в среде защитного газа.

Наплавку производят в нижнем положении при температуре окружающей среды не ниже 0 °С на режимах, регламентированных паспортом или техническими условиями на электроды контролируемой марки. Наплавка покрытыми электродами и ручная дуговая наплавка в среде защитного газа должны производиться короткой дугой узкими валиками (шириной не более трех диаметров электродного стержня). Каждый последующий наплавляемый валик должен перекрывать предыдущий соседний валик не менее, чем на одну треть его ширины. Длина наплавки должна составлять 150 мм. Перед наложением каждого последующего валика ранее наплавленный металл должен быть охлажден до температуры ниже 100 °С.

Электроды, используемые для выполнения наплавки, должны быть предварительно прокалены в соответствии с действующей технологической документацией.

Длина наплавляемых пластин при автоматической наплавке сварочной (наплавочной) проволокой в среде защитного газа может быть увеличена по сравнению с используемой при ручной дуговой наплавке.

Размер многослойной наплавки должен быть достаточным для изготовления из двух верхних слоев не менее двух контрольных образцов от контролируемой партии электродов или проволоки.

Разрезка наплавок на заготовки для изготовления контрольных образцов производится механическим или анодно–механическим методами. Заготовки вырезают вдоль направления наплавки с удалением начального и конечного участков.

Окончательную механическую обработку образцов из наплавленного металла необходимо производить на токарных станках на режимах, обеспечивающих минимальный нагрев и наклеп поверхности.

Ориентировочные режимы ручной дуговой наплавки покрытыми электродами и сварочной (наплавочной) проволокой приведены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1 - Режимы дуговой наплавки покрытыми электродами

Диаметр электрода, мм	3	4	5
Сила тока, А	70–90	100–130	130–160

Таблица 2 - Режимы ручной аргонодуговой наплавки сварочной (наплавочной) проволокой

Диаметр присадочной проволоки, мм	Диаметр вольфрамового электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение на дуге, В	Расход аргона, л/ч
1,6 – 2,0	2	80 – 100	10 – 12	800 – 1000
2,0 – 3,0	3	100 – 140	10 – 12	800 – 1000

Режимы сварки должны соответствовать режимам, применяемым при выполнении производственных сварных соединений.

При выполнении наплавки любым способом должны выполняться следующие правила:

- дуга должна быть короткой, насколько это возможно;

- должна быть обеспечена защита от сквозняков.

6.3 Измерение содержания ферритной фазы при контроле качества сварочных (наплавочных) материалов

Порядок измерения СФФ представлен в приложении Е.

7 Измерение содержания ферритной фазы в основном металле оборудования, изготовленного из хромоникелевых сталей аустенитного класса, сварных швах и антикоррозионной наплавке

7.1 Изготовление образцов для измерений СФФ и подготовка зон контроля

Измерения СФФ проводятся при установлении причин повреждения основного металла, сварных швов и антикоррозионной наплавки оборудования при эксплуатации, а также контроле за состоянием металла после длительных сроков эксплуатации в соответствии с требованиями ТПКМЭ-20-96 и ТПКМЭ-21-97.

7.2 Изготовление образцов для измерения СФФ в основном металле и сварных швах оборудования и трубопроводов ферритометром объемного типа

Изготовление образцов для измерения СФФ ферритометром объемного типа в основном металле и сварных швах оборудования производят путем отбора механическим способом проб, их электродуговой переплавки неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона высшего сорта в охлаждаемый кокиль из меди и подготовки контрольных цилиндрических образцов диаметром (5±0,1) мм и длиной (60±1) мм.

7.3 Подготовка зон контроля для измерения СФФ в основном металле, сварных швах и антикоррозионной наплавке оборудования и трубопроводов ферритометром локального типа

7.3.1 В основном металле, сварных швах и антикоррозионной наплавке оборудования и трубопроводов, не подвергнутых после выплавки, сварки (наплавки) технологическому (эксплуатационному) нагреву до температуры свыше 450 °С или обработке давлением, измерение СФФ производят ферритометром локального типа на зачищенной до металлического блеска поверхности.

7.3.2 Для измерения СФФ ферритометром локального типа в основном металле, сварных швах и антикоррозионной наплавке оборудования и трубопроводов, подвергнутых после выплавки, сварки (наплавки) технологическому

(эксплуатационному) нагреву до температуры свыше 450 °С или обработке давлением, производят местный поверхностный переплав металла неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона высшего сорта в пяти-шести местах на режиме:

- диаметр неплавящегося вольфрамового электрода (2,8±0,4) мм;
- сварочный ток (170±20) А;
- напряжение на дуге (9±1) В;
- расход аргона (10±2) л/мин;
- диаметр пятна переплавленного металла (17,5±2,5) мм.

Поверхность переплавленного металла должна быть зачищена до металлического блеска.

7.4 Измерение содержания ферритной фазы в основном металле оборудования, изготовленного из хромоникелевых сталей аустенитного класса, сварных швах и антикоррозионной наплавке

Порядок измерения СФФ представлен в приложении Е.

8 Оценка и оформление результатов измерений содержания ферритной фазы

8.1 В соответствии с ПНАЭ Г-7-010-89, в металле контрольных наплавок, выполненных сварочными (наплавочными) материалами, применяемыми для сварных конструкций, работающих при температуре до 350 °С, СФФ должно быть в пределах от 2 % до 8 % и от 2 % до 5 % для конструкций, работающих при температуре свыше 350 °С, но в любом случае не должно превышать значений верхнего предела, установленного в стандартах, паспортах или технических условиях на соответствующие присадочные материалы.

СФФ в контрольных наплавках определяется только для исходного состояния наплавленного металла, не подвергнутого искусственным температурно-силовым воздействиям.

8.2 СФФ в основном металле оборудования и трубопроводов должно соответствовать требованиям технических условий на полуфабрикат или изделие.

8.3 СФФ в сварных швах и антикоррозионной наплавке оборудования и трубопроводов менее 2 % не является браковочным признаком при отсутствии дефектов сварочного происхождения.

8.4 При неудовлетворительных результатах, полученных при контроле сварочных (наплавочных) материалов, должна быть выполнена новая многослойная наплавка в соответствии с 6.2, а испытания проведены повторно в том же объеме. Результаты повторных испытаний являются окончательными. При неудовлетворительных результатах повторных испытаний контролируемая партия электродов, плавка (партия) проволоки бракуется. Решение о возможности производственного применения материала данной плавки (партии) принимается по согласованию с головной материаловедческой организацией в зависимости от особенностей имеющихся отклонений с учетом результатов других видов испытаний.

8.5 Результаты измерений СФФ в контрольных сварных швах и наплавках для каждой партии электродов, плавки (партии) проволоки, в основном металле, сварных швах и наплавках оборудования и трубопроводов АС, проведенных в соответствии с настоящим РД, должны быть зафиксированы в журналах неразрушающего, разрушающего контроля и протоколах/заключениях в соответствии с РД ЭО 0295.

Формы журналов и протокола/заключения приведены в приложении К и приложении Л.

Данные приложения носят рекомендуемый характер и АС могут изменять форму протоколов без согласования со сторонними организациями при условии, что форма протоколов будет содержать сведения, указанные в данных приложениях.

8.6 Оформление и хранение отчетной исполнительной документации должно соответствовать требованиям ПНАЭ Г-7-010-89.

8.7 Сведения об измерениях СФФ в основном металле, сварных швах и антикоррозионной наплавке следует внести в паспорт оборудования и трубопровода.

9 Метрологическое обеспечение и аттестация средств измерения содержания ферритной фазы

9.1 Методика определения и контроля метрологических характеристик ферритометров при их испытаниях устанавливается в технических условиях на ферритометры конкретного типа в соответствии с ГОСТ 8.518.

ГОСТ 8.518 распространяется на магнитные ферритометры объемного и локального типов по ГОСТ 26364 и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

9.2 Методикой первичной поверки предусматривается помимо обычных операций (внешний осмотр, опробование, проверка стабильности калибровки и др.) определение метрологических параметров ферритометров с помощью комплекта стандартных образцов СФФ, аттестованных методом магнитного насыщения.

9.3 При поверке ферритометров объёмного типа применяют стандартные образцы СФФ цилиндрической формы двух типоразмеров: длиной (60,0±0,1) мм и диаметром (7,00±0,05) либо (5,00±0,05) мм.

9.4 При поверке ферритометров локального типа, применяют образцы прямоугольной формы длиной (60,0±1,0) мм, шириной (12,5±2,5) мм, толщиной (10,0±1,0) мм.

9.5 По результатам поверки выдаётся свидетельство о поверке ферритометра (приложение Ж) либо извещение о непригодности.

Приложение А

(справочное)

Сведения о структуре хромоникелевых сталей аустенитного класса и металла, наплавленного аустенитными сварочными (наплавочными) материалами

А.1 Сведения о структуре хромоникелевых сталей аустенитного класса

А.1.1 Ферритная фаза (в узком значении: дельта-феррит, δ - фаза) в хромоникелевых сталях возникает при их кристаллизации в процессе охлаждения из жидкого состояния при температуре около 1400 °С и наблюдается в структуре стали при комнатной температуре в виде случайно распределённых в аустенитной матрице мелких частиц неопределённой, чаще вытянутой, формы и различного размера. В относительно быстро охлаждаемом металле сварного шва или наплавленных антикоррозионных покрытий частицы ферритной фазы имеют длину ~2-50 · 10^{-3} мм и толщину ~0,5-3 · 10^{-3} мм; в литом и в горячедеформированном металле эти размеры могут быть значительно выше.

А.1.2 Прямые исследования химического состава и физических свойств вещества чрезвычайно мелкодисперсной ФФ с помощью традиционных методик «мокрой химии» и испытательной аппаратуры, предназначенной для исследования свойств образцов макроскопических размеров, практически невозможны.

А.1.3 Методом рентгеноспектрального микроанализа с использованием специально изготовленных образцов известного химического состава (эталонов) установлено, что ферритная фаза в сталях аустенитного класса является сложнолегированным сплавом, существенно отличающимся по химическому составу от среднего состава стали. В наиболее важных с практической точки зрения случаях установлены закономерности перераспределения различных химических элементов между ферритной и аустенитной фазами в зависимости от фактического состава стали.

А.1.4 Магнитные свойства ферритной фазы хромоникелевых сталей аустенитного класса определяются, главным образом, содержанием в ней переходных ферромагнетиков (Fe: 60 % - 70 % и Ni: 4 % - 15 %). Помимо этих элементов в состав ферритной фазы могут входить переходные антиферромагнетики

(Cr: 20% - 35 % и Mn: 1 % - 2 %), а также в пределах от долей до нескольких процентов переходные парамагнетики Mo, Ti, Nb, V, W, нормальные парамагнетики Al и S, диамагнетик Cu и другие. В результате предпринятых для обоснования магнитной ферритометрии систематических экспериментальных исследований на образцах сплавов, идентичных по составу ферритной фазе, установлено, что ферритная фаза может быть отнесена к числу сильных магнитомягких ферромагнетиков: магнитное насыщение ферритной фазы достигается в полях напряжённостью 20-24 кА/м; удельная намагниченность насыщения $4\pi I^{s}_{фф}$ в зависимости от химического состава ФФ может составлять 0,9-1,4 Тл, или ~0,4-0,7 от намагниченности насыщения чистого железа; точка Кюри в хромоникелевых сталях аустенитного класса находится в пределах 530 °С - 630 °С (тогда как аустенитная матрица и другие фазы в сталях аустенитного класса остаются парамагнитными вплоть до комнатной и более низких температур); коэрцитивная сила H_c не превышает 40-60 А/м; магнитная проницаемость может достигать максимальных значений 150-200 Гс/Э в полях напряжённостью 2,5-4 кА/м и убывает практически до нуля в полях напряженностью порядка 24 кА/м. Установлено, что частицы ферритной фазы, включая наиболее мелкие, обладают доменной структурой.

Частицы ферритной фазы в сталях, как и все ферромагнитные материалы, состоят из доменов – участков, обладающих ниже определенной температуры (точки Кюри) самопроизвольной намагниченностью, равной намагниченности насыщения материала. В отсутствие внешнего магнитного поля результирующая намагниченность ферритной фазы равна нулю [2].

Эти данные подтверждены более поздними исследованиями, проведенными на образцах металла, разработанных и используемых в России в качестве

стандартных образцов СФФ. Кристаллическая решётка ферритной фазы – объемно-центрированная кубическая.

А.1.5 В более широком значении термин «ферритная фаза» иногда используется для обозначения таких структурных составляющих с ОЦК - решёткой в хромоникелевых сталях, как альфа-феррит (α-фаза), возникающий в результате фазового превращения в твёрдом состоянии из аустенита в процессе его охлаждения при температуре около 910 °С; обогащённая хромом неферромагнитная α′-фаза, возникающая в процессе длительной выдержки при температуре около 475 °С в результате так называемого «спинодального распада» («расслоения») дельта-феррита и α-фазы.

А.2 Сведения о структуре сварных швов и металла, наплавленного аустенитными сварочными (наплавочными) материалами

А.2.1 Первичная микроструктура наплавленного металла, образующаяся при кристаллизации сварочной ванны, определяется соотношением концентраций элементов аустенизаторов и ферритизаторов, а также условиями кристаллизации. Если в сварочной ванне преобладают элементы аустенизаторы (углерод, азот, никель, марганец, медь, кобальт), сварной шов имеет однофазную аустенитную структуру (γ). Если же суммарная концентрация ферритообразующих элементов (хром, ванадий, молибден, ниобий, вольфрам, цирконий, бор) достаточна велика, сварной шов имеет двухфазную аустенитно-ферритную структуру (γ + δ).

А.2.2 Характер микроструктуры и содержание δ - феррита в значительной степени определяются процессом первичной кристаллизации сварочной ванны. В зависимости от техники сварки (“длинной” или “короткой” дугой) значительно изменяется содержание в наплавленном металле таких элементов, как хром и азот.

Поэтому при использовании электродов одной партии можно получить

металл с различным содержанием δ - феррита (вплоть до самых минимальных значений). Нарушение штатной технологии – выполнение наплавки "длинной" дугой при наличии потоков воздуха – приводит к резкому снижению содержания δ-феррита вследствие увеличения содержания азота и выгорания хрома в наплавленном металле из-за плохой защиты сварочной ванны.

А.2.3 Свойства сварных швов аустенитных хромоникелевых сталей находятся в прямой зависимости от их первичной микроструктуры. Сварные швы с чисто аустенитной структурой обладают повышенной склонностью к образованию горячих трещин, поэтому структура наплавленного металла образцов должна содержать не менее 2 % δ - феррита в соответствии с ПНАЭ Г-7-010-89. Верхний предел содержания δ - феррита в образцах ограничивается 8% для материалов, используемых при изготовлении, монтаже и ремонте изделий, эксплуатируемых при температуре до 350 °С, так как при содержании феррита в хромоникелевом аустените более 10 % в интервале температур 300-530 °С происходит охрупчивание металла, причем структура не претерпевает видимых изменений и магнитные свойства сохраняются на прежнем уровне. Охрупчивание вызывается расслоением ферритной фазы на два твердых раствора – один на основе хрома, другой на основе железа. Твердый раствор на основе хрома и является хрупкой составляющей.

А.2.4 Длительный нагрев аустенитно – ферритных сварных швов при температуре 500 °С -870 °С вызывает распад δ - феррита с образованием хрупких карбидов хрома и σ - фазы. В процессе кристаллизации и охлаждения сварных швов σ - фаза и карбиды хрома обычно не образуются, так как металл в области опасных температур находится непродолжительное время. Это относится только к случаю однопроходных сварных швов. При многопроходной сварке аустенитных сталей больших сечений, если металл содержит достаточное количество ферритообразующих элементов, многократное термическое воздействие вызывает перерождение отдельных участков δ - феррита в нижних слоях сварного шва в карбиды хрома и σ - фазу, что может повлечь за собой в

дальнейшем хрупкое разрушение сварного шва.

А.2.5 В сварных швах аустенитных хромоникелевых сталей в зависимости от химического состава и первичной структуры металла шва термическая обработка может вызвать структурные превращения различного типа. Кратковременный нагрев в интервале температур от 900 °С вплоть до температуры плавления вызывает аустенизацию сварного шва ($\delta \rightarrow \gamma$), если исходное содержание δ-феррита не превышает 3 % - 5 %.

А.2.6 В последние годы обнаружен ранее неизвестный механизм охрупчивания основного металла и сварных швов хромоникелевых сталей при СФФ более 4 % - 5 % в процессе длительной выдержки даже при сравнительно низких температурах (300 °С - 350 °С) из-за возникновения на дислокациях ферритной фазы другой чрезвычайно мелкой охрупчивающей G-фазы.

Приложение Б

(справочное)

Методы определения содержания ферритной фазы

Б.1 Магнитный метод

Б.1.1 Физический принцип

Основанием для выбора магнитного метода для измерений СФФ является тот факт, что ферритная фаза в аустенитной стали является сильным ферромагнетиком (величина ее удельной намагниченности насыщения $4\pi I_s^{\Phi}$ составляет около половины удельной намагниченности насыщения железа), тогда как другие фазы - аустенит, карбиды, сигма-фаза, неметаллические включения - парамагнитны. Основанием для выбора в качестве количественной характеристики СФФ величины удельной намагниченности насыщения стали является независимость этой величины от морфологии ферритной фазы и, как следствие - установленный факт линейной зависимости между СФФ и удельной намагниченностью насыщения стали. При таком выборе одна сотая доли величины удельной намагниченности насыщения ферритной фазы стали $4\pi I_s^{\Phi}/100$ рассматривается как магнитный эквивалент «1% ферритной фазы» [3, 4].

Величина удельной намагниченности насыщения ферритной фазы зависит от химического состава стали и может быть установлена экспериментально для каждой стали. Для производственных целей принимается значение величины $4\pi I_s^{\Phi}/100 = 125$ Гс в качестве единой характеристики существующих марок аустенитных сталей.

В зависимости от химического состава рассматриваемых сталей значение величины удельной намагниченности насыщения содержащейся в них ферритной фазы $4\pi I_s^{\Phi}$ может составлять от 0,46 до 0,65 известного значения величины удельной намагниченности насыщения чистого железа $4\pi I_s^{Fe} = 21600$ Гс. Для практических целей в действующих методиках прецизионных измерений СФФ используется рекомендованная ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» величина

$4\pi I_s^{\Phi}/4\pi I_s^{Fe} = 0{,}58$, относящаяся к большинству наиболее распространенных марок аустенитных сталей.

Б.1.2 Метод магнитного насыщения

По мере возрастания напряжённости поля степень намагничивания частиц ферритной фазы любых размеров, формы и пространственной ориентации (по отношению к направлению вектора напряженности магнитного поля измерительного устройства) увеличивается и благодаря этому возрастает достоверность результатов измерений СФФ. В хромоникелевых аустенитных сталях со случайно распределёнными и ориентированными частицами ферритная фаза "насыщается" в магнитных полях напряжённостью порядка 400-500 кА/м, достижимых в лабораторных установках. В таких полях выполняется линейное соотношение между СФФ в процентах массовой доли стали и намагниченностью насыщения исследуемого образца $4\pi I_s^{обр.}$.

Структурно нечувствительная характеристика сталей $4\pi I_s^{обр.}$ доступна измерениям по стандартным методикам на аттестованном оборудовании с необходимой точностью.

Ключевая роль величины $4\pi I_s^{\Phi}$ состоит в том, что величина $4\pi I_s^{\Phi}/100$ рассматривается в магнитной ферритометрии как «магнитный эквивалент» 1 % ферритной фазы данной стали. Простое линейное соотношение между измеряемой величиной $4\pi I_s^{обр.}$ и СФФ, наглядное истолкование единицы измерения - 1 % ФФ - дают, при наличии достоверных данных о величине $4\pi I_s^{\Phi}$ исследуемой стали, достаточные основания для принятия метода магнитного насыщения в качестве образцового в магнитной ферритометрии. Независимость получаемых этим методом результатов от особенностей аппаратуры и конкретных методик измерений подтверждена в работе [1] II Комиссии «Дуговая сварка» Международного института сварки (МИС) при подготовке международного стандарта по магнитной ферритометрии ISO 8249.

Б.1.3 Методы с применением магнитных полей, недостаточных для насыщения

Методы и основанные на них портативные приборы можно подразделить на группы по физической характеристике стали, зависящей от СФФ, величине которой пропорционален сигнал, регистрируемый в измерительном преобразователе.

Существуют приборы различных конструкций, действующие по принципу скомпенсированного дифференциального трансформатора, а также с использованием измерительной системы постоянный магнит - феррозонд, в которых зависимость между СФФ и измеряемым сигналом, пропорциональным намагниченности $4\pi I_s^{обр.}$ образца, определяется предварительно экспериментальным путем с помощью специальных образцов, в которых СФФ установлено независимым методом.

Б.2 Другие физические методы

Б.2.1 Металлографический метод

Важным вспомогательным методом определения СФФ является металлографический метод определения содержания ферритной фазы по ГОСТ 11878 в прутках аустенитных сталей с анизотропной (вытянутой вдоль прутка) структурой ферритной фазы. При реализации металлографического метода возможно одновременное определение размеров и ориентации зерен.

Металлографический метод имеет следующие недостатки:

– точность определения СФФ зависит от субъективных особенностей оператора, технологии травления шлифа и выбора поля зрения микроскопа;

– СФФ определяется по одной из плоскостей шлифа, в то время как реальная структура металла трехмерная.

При применении металлографического метода СФФ оценивают в баллах или процентах. Ориентировочное соотношение между баллами, определяемыми по ГОСТ 11878 с использованием атласа микроструктур, и процентами представлено в таблице Б.1.

Таблица Б.1 - Соотношение между баллами и процентами при оценке СФФ

Балл	Процент
0,5	1 - 2
1,0	2,5 – 3,5
1,5	4,0 – 5,0
2,0	5,5 – 6,5
2,5	8,5 – 9,5
3,0	11,5 – 12,5
4,0	23,5 – 24,5
5,0	47,5 – 48,5

Согласование метода количественной металлографии (в обоих его вариантах - ручном и автоматизированном, то есть с применением количественного телевизионного микроскопа) с магнитным методом имеет своей целью прежде всего ограничение роли субъективного фактора в количественной металлографии путём разработки по возможности более формализованных методик выявления и измерения СФФ.

Б.2.2 Метод магнитной металлографии

Суть метода магнитной металлографии заключается в следующем: на шлиф наносится суспензия с магнитным порошком, порошок осаждается на участках ферритной фазы, создавая ее очертания. Для этого метода необходимо особенно тщательное приготовление шлифа: на нем не должно быть рисок или царапин, так как эти дефекты искажают микроструктуру металла. Метод магнитной металлографии применяется для выявления наличия ферритной фазы в аустените, но не позволяет получить точную количественную оценку.

Данный метод имеет те же недостатки, что и обычный металлографический метод.

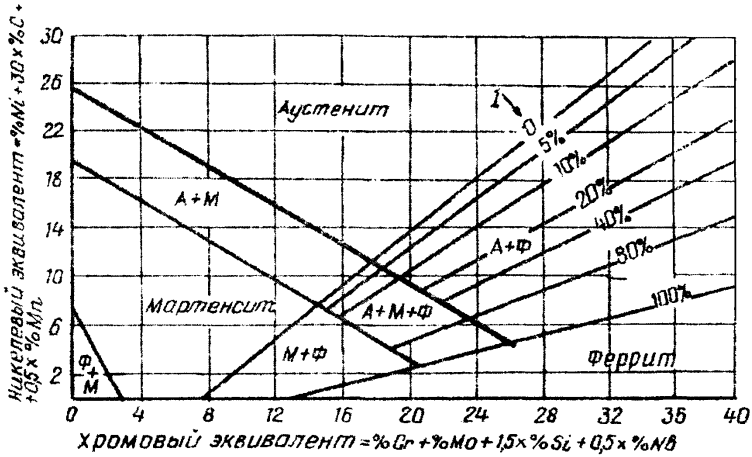
Б.2.3 Рентгеноструктурный метод

Рентгеноструктурный количественный анализ двухфазных систем основан на сравнении интенсивности дифракционных линий определяемых фаз.

Измерение интегральной интенсивности на рентгеновском дифрактометре позволяет получить относительную погрешность до 5 %. Однако, реализация этого метода предъявляет специфические требования к размещению оборудования, технике безопасности и т.д.

Б.3 Расчетный метод

Для оценки структуры основного металла хромоникелевых сталей по их химическому составу используется структурная диаграмма Шеффлера приведена на рисунке Б.1.



А-аустенит; Ф-феррит; М-мартенсит

Рисунок Б.1 - Диаграмма Шеффлера

В соответствии с формулами, приведенными по осям абсцисс и ординат. определяются никелевый и хромовый эквиваленты подстановкой в формулы значений содержания химических элементов в стали. Точка пересечения соответствующих значений эквивалентов на диаграмме Шеффлера дает ориентировочное представление о соотношении аустенита, мартенсита и феррита в структуре стали.

Приложение В

(рекомендуемое)

Примерный перечень оборудования и трубопроводов систем АС, при контроле за состоянием и ремонте которых требуется определение содержания ферритной фазы в металле

В.1 Оборудование систем с РУ ВВЭР

В.1.1 Реактор – корпус, верхний блок.

В.1.2 Главные циркуляционные трубопроводы.

В.1.3 Главные циркуляционные насосы.

В.1.4 Главные запорные задвижки.

В.1.5 Парогенераторы.

В.1.6 Оборудование системы компенсации давления.

В.1.7 Оборудование системы борного регулирования.

В.1.8 Оборудование байпасной очистки воды 1 контура (СВО-1).

В.1.9 Оборудование системы подпитки 1 контура.

В.1.10 Оборудование системы организованных протечек 1 контура.

В.1.11 Бассейны перегрузки и выдержки.

В.1.12 Оборудование системы аварийного охлаждения зоны (САОЗ).

В.2 Оборудование систем с РУ РБМК-1000

В.2.1 Реактор – технологические каналы, калачи, каналы системы управления и защиты (СУЗ) и др.

В.2.2 Оборудование КМПЦ – трубопроводы и коллекторы, барабан – сепаратор и др.

В.2.3 Оборудование контура охлаждения СУЗ.

В.2.4 Оборудование системы очистки воды (СВО-1) КМПЦ.

В.2.5 Оборудование системы продувки и расхолаживания (СПИР) КМПЦ.

В.2.6 Оборудование системы аварийного охлаждения реактора (САОР).

В.2.7 Бассейн выдержки.

В.3 Оборудование систем с РУ БН-600

В.3.1 Корпус реактора.

В.3.2 Корпус барабана отработавших сборок (БОС).

В.3.3 Первый контур.

В.3.4 Система очистки теплоносителя первого контура.

В.3.5 Страховочный корпус реактора.

В.3.6 Система второго контура (парогенератор, основные трубопроводы со страховочными кожухами, включая врезки вспомогательных систем).

В.3.7 Система расхолаживания реактора воздушными теплообменниками по натриевой стороне.

В.3.8 Система компенсации давления второго контура.

В.3.9 Система охлаждения БОС по натрию.

В.4 Оборудование систем с РУ ЭГП-6

В.4.1 Реактор.

В.4.2 Оборудование контура естественной циркуляции – трубопроводы и коллекторы, барабан – сепаратор, запорная, регулирующая арматура, обратные клапаны.

Приложение Г

(справочное)

Перечень сварочных (наплавочных) материалов, подлежащих испытаниям на содержание ферритной фазы

Г.1 Перечень сварочных (наплавочных) материалов, подлежащих испытаниям на содержание ферритной фазы в наплавленном металле образцов, приведен в таблице Г.1. Испытания на содержание ферритной фазы чисто аустенитного металла, наплавленного лентой и проволокой марок Св-10Х16Н25АМ6, Св-03Х15Н35Г7М6Б (ЭП-855), электродами марок ЭА-395/9, ЦТ-10 и ЭА-855/51, не проводят.

Определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле необходимо выполнять также при использовании импортных сварочных (наплавочных) материалов, закупаемых по техническим условиям или спецификациям, составленным в соответствии с действующей документацией на аналогичные отечественные материалы.

Таблица Г.1 - Сварочные (наплавочные) материалы, подлежащие испытаниям на содержание ферритной фазы в наплавленном металле

Лента и проволока		Электроды	
Марка	ТУ, ГОСТ	Марка	ТУ, ОСТ, паспорт
Св-07Х25Н13	ТУ 14-1-3146-81 (ТУ 14-1-1486-75) - лента ТУ 3-1050-77, группа 1 - проволока	ЗИО-8 ЦЛ-25	ТУ 5.965-4051-73 или ОСТ 5.9370-81 паспорт ЦЭ №305-81 или ОСТ 108.948.01-80
Св-04Х20Н10Г2Б (ЭП-762) Св-08Х19Н10Г2Б (ЭИ-898)	ТУ 14-1-2270-77 – лента ТУ 14-1-3252-81 (ТУ 14-1-1599-76)-проволока ТУ 14-1-3146-81 (ТУ 14-1-1468-75)-лента ТУ 3-54-80 (ТУ 3-3-297-71) - лента; ГОСТ 2246 – проволока	ЦТ-15К ЭА-898/21Б	паспорт ЦЭ №410-81 или ОСТ 108.948.01-80 ТУ 5.965-4051-73 или ОСТ 5.9370-81
Св-04Х19Н11М3	ТУ 14-1-3145-81 (ТУ 14-1-1468-75)-лента ГОСТ 2246 – проволока	ЭА-400/10У ЭА-400/10Т ЦТ-26 ЦТ-26М	ТУ 5.965-4027-72 или ОСТ 5.9370-81 паспорт ЦЭ №407-81 или ОСТ 108.948.01-80
Св-08Х14Н8С3Б (ЭП-305)	ТУ 14-1-1890-76 – проволока	ЦТ-24	паспорт ЦЭ №414-81 или ОСТ 108.948.01-80 (ТУ 024-63)
Примечание - В скобках указаны номера ТУ, замененные новыми ТУ, паспортом или ОСТ			

Приложение Д
(справочное)
Требования нормативных и конструкторских документов к содержанию ферритной фазы в металле

Таблица Д.1 - Требования нормативных и конструкторских документов к методам и средствам определения (измерения) и нормам содержания ферритной фазы в аустенитном металле

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
ПНАЭ Г–7–009–89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения»	Контрольная наплавка, выполненная электродами ЗИО–8 (для выполнения первого слоя многослойной наплавки антикоррозионного покрытия)		Выборка от каждой партии электродов		При контроле качества наплавочных материалов	$\geq 4\%$
ПНАЭ Г–7–010–89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля»	Контрольный шов (наплавка)		Выборка от каждой партии сварочных (наплавочных) материалов		При контроле качества сварочных (наплавочных) материалов	От 2 до 8% для сварных соединений конструкций, работающих при температуре до 350 ^{0}С. От 2 до 5% для конструкций, работающих при температуре свыше 350 ^{0}С. В любом случае содержание ферритной фазы не должно превышать значений верхнего предела,

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
						установленного в стандартах или технических условиях на соответствующие присадочные материалы
ПНАЭ Г–7–025–90 «Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля»	Проба жидкого металла из каждого ковша в процессе разливки *	Магнитный	Не менее двух контрольных образцов		При выплавке стали *	Требования ТУ на поставку отливок
	Заготовки ЭШВ до термообработки (переплав аргонодуговой или индукционный в среде аргона). Допускается отбор проб после термической обработки с последующим переплавом в медную форму *		Не менее двух контрольных образцов		При изготовлении полуфабрикатов	Требования ТУ на поставку отливок

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
ГОСТ 11878 «Сталь аустенитная. Методы определения содержания ферритной фазы»	Кованые и катаные прутки диаметром или толщиной от 80 до 270 мм *	Металлографический Магнитный	Не менее двух контрольных образцов от контролируемой плавки		При сдаче – приемке прутков	Требования стандартов или ТУ на продукцию
ГОСТ 2246 «Проволока стальная сварочная»	Ковшовая проба жидкого металла из каждого ковша *	Магнитный	Не менее двух контрольных образцов от контролируемой плавки	Ферритометр ФЦ–2	При выплавке стали для изготовления сварочной проволоки	Требования стандартов или ТУ на продукцию
	Контрольные образцы из сварочной проволоки, переплавленной аргонодуговым способом	Магнитный	Не менее двух контрольных образцов от контролируемой партии проволоки	Ферритометр ФЦ–2	При сдаче-приемке сварочной проволоки	Требования стандартов или ТУ на продукцию
ГОСТ 9466 «Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация, размеры и общие технические требования»	Контрольная наплавка электродами диаметром более 2,5 мм	Объемный магнитный			При контроле качества электродов	Требования стандартов или ТУ на продукцию
	Контрольная наплавка электродами диаметром до 2,5 мм	Металлографии-ческий по ГОСТ 11878			При контроле качества электродов	Требования стандартов или ТУ на продукцию

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
ОСТ 108.109.01 «Заготовки корпусных деталей из коррозионностойких сталей аустенитного класса. Технические условия»	Проба жидкого металла.	Объемный магнитный метод.	Не менее двух контрольных образцов от контролируемой плавки.	Ферритометр ФЦ-2.	При выплавке стали для заготовок корпусных деталей.	0,5 % – 10 %
	Контрольные образцы из проб для механических испытаний, переплавленных аргонодуговым или вакуумно-дуговым способом.	Объемный магнитный метод.	Не менее двух контрольных образцов от контролируемой плавки.	Ферритометр ФЦ-2.	При изготовлении заготовок корпусных деталей.	
	Заготовки корпусных деталей.	По диаграмме Шеффлера.			При изготовлении заготовок корпусных деталей.	

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
ТУ 108–713–77 «Трубы бесшовные из коррозионностойкой стали марки 08Х18Н10Т (импорт)»	Проба жидкого металла из каждого ковша *					1 % – 7 % (ковшевая проба) или 0,5–2,0 балл по ГОСТ 11878
ТУ 14–1–790–73 «Заготовка трубная из коррозионностойких марок стали диаметром 80–180 мм для электрополированных труб»	Проба жидкого металла из каждого ковша *					1 % – 5 % (ковшевая проба) или 0,5–1,5 балл по ГОСТ 11878. Допускается контролировать в трубной заготовке; при этом содержание α–фазы должно быть 0,5–2,0 балла (1 % – 6,5 %). По согласованию сторон допускается содержание α–фазы не более 2,5 балла (< 9,5 %)
ТУ 14–1–3845–84 «Заготовка трубная из коррозионностойкой стали для электрохимполированных труб» (взамен ТУ14–1–783–73)	Проба жидкого металла из каждого ковша *					≤ 1,5 балла (≤ 5 %) По согласованию сторон допускаются заготовки с баллом 2,0 (≤ 6,5 %)

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
ТУ 3-316-87 «Трубы бесшовные из стали аустенитного класса. Взамен ТУ 195-80»						не более 2,5 балла или 8,5 % – 9,5 % (по сертификату поставщика слитков).
ТУ 108.11.894-87 «Поковки без механической обработки из сталей марки 08Х18Н10Т-Е. Технические условия»		По методике отраслевой материаловедческой организации.		Ферритометр ФЦ-2.	При выплавке стали.	не более 15 %.

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
ТУ 14–1–3935–85 «Заготовка трубная из коррозионностойкой стали марок 09Х18Н10Т, 06Х18Н10Т, 03Х18Н10Т и сплава ХН40Б (ЭП 337) для тонкостенных и особотонкостенных труб» (взамен ТУ 14–1–605–73)	Проба жидкого металла из каждого ковша *					В металле трубной заготовки из стали марок 06Х18Н10Т, 03Х18Н10Т ≤ 2,0 балла, по согласованию сторон ≤ 2,5 балла; в стали 09Х18Н10Т ≤ 1,5 балла, по согласованию сторон ≤ 2,0 балла. В заготовке для прессовки допускается ≤ 3,0 балла (≤ 12,5 %)
ТУ 21–4–83 «Трубы бесшовные из стали марок 08Х18Н10Т»	Проба жидкого металла из каждого ковша *					≤ 6 % по ГОСТ 2246 (не более 2,0 балла)

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
ТУ 14-134-334-94 «Слитки из коррозионностойкой стали электрошлакового переплава»	Магнитным методом на ковшевой пробе исходной плавки по методике изготовителя. Арбитражные испытания проводятся на трубах по ГОСТ 11878 Металлографическим методом					Не должно превышать 2 балла
ТУ 14-1-3409-82 «Прокат толстолистовой из коррозионностойких, высоколегированных и теплоустойчивых сталей марок 09Х18Н9, С8Х16Н11М3...»	Контролируется при выплавке стали по методике ЦНИИТМАШ					1 % - 4 % для стали 09Х18Н9 0,5 % - 4 % для стали 08Х16Н11М3

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
						1 % - 4 %
ТУ 14-3-1233-84 «Трубы бесшовные холоднодеформированные из стали марки 09Х18Н9 с повышенным качеством поверхности»	По сертификату на трубную заготовку					
						2 % - 8 %
ТУ 95.349-2000 «Трубы электросварные прямошовные из стали марок 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т для атомных электрических и тепловых станций»	Контролируется сварочная проволока объемным или контактным методом					

Продолжение таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
						1 % - 4 %
ТУ 108-11-339-78 «Поковки из стали марки 10Х18Н9 особого качества»	Контролируется при выплавке по методике ЦНИИТМАШ на ферритометре ФЦ-2.					
ТУ 108.11.937-87 «Заготовки из стали марок 10Х18Н9, 10Х18Н9-Ш, 10Х18Н9-ВД»	По методике Головной материаговедческой организации и ковшевой пробе					1 % - 4 %

Окончание таблицы Д.1

Наименование документа	Объект контроля	Метод контроля	Объем контроля	Средства контроля	Срок контроля	Нормы СФФ
ТУ 14-159-295-2004 «Трубы бесшовные холоднодеформированные из стали марки 09Х18Н9 с повышенным качеством поверхности»	По ковшевой литой пробе					1 % - 4 %

Примечания

1 Позиции, отмеченные звездочкой, относятся к изготовлению изделий (полуфабрикатов).

2 Для определения содержания ферритной фазы в прутках с использованием ферритометра объемного типа следует изготовить контрольные образцы после аргонодугового переплава металла.

Определение содержания ферритной фазы в прутках с использованием ферритометра локального типа следует проводить только после переплава поверхности аргонодуговым способом.

Приложение Е

(справочное)

Технические характеристики ферритометров МФ-51 О и МФ-51 НЦ

Е.1 Ферритометр объемного типа МФ-51 О

Е.1.1 Технические характеристики ферритометра МФ-51 О представлены в таблице Е.1.

Таблица Е.1 - Технические характеристики

Тип ферритометра по ГОСТ 26364	объемный
Диапазон измерений СФФ, %	0,5 - 20
Предел допускаемой основной относительной погрешности, %	5
Измерительный преобразователь	объемный магнитоиндукционный
Питание	сеть переменного тока (220+10 %) В, (50+0,5) Гц
Потребляемая мощность, Вт	не более 120
Масса, кг	не более 4,5
Габариты, мм	230x160x265
Температура окружающего воздуха, °С	от +5 до+40
Относительная влажность, %	не более 90 при 25 °С
Атмосферное давление, кПа	84 – 106,7

Е.1.2 Комплектность поставки ферритометра МФ-51 О представлена в таблице Е.2.

Таблица Е.2 – Комплектность поставки

Наименование	Количествово	Примечание
Блок электронный	1 шт.	
Погружной пенал	2 шт.	Для погружения образцов для измерения СФФ диаметром 5мм и 7мм
Стандартные образцы СФФ d=5 мм d=7 мм	 1 шт. 1 шт.	Содержание ферритной фазы d=5 мм_____, % d=7 мм_____, % Размеры и форма по ГОСТ 8.518
Руководство по эксплуатации с методикой поверки	1 экз.	
Футляр	1 шт.	

Е.1.3 Измерение СФФ с использованием ферритометра объемного типа МФ-51 О

Е.1.3.1 Подготовить ферритометр к работе в следующей последовательности:

а) разместить электронный блок прибора на расстоянии не менее 0,1 м от ферромагнитных предметов и конструкций;

б) подключить ферритометр к сети 220 В, 50 Гц;

в) включить прибор нажатием клавиши «ВКЛ» (при этом должен быть слышен короткий звуковой сигнал). На индикаторе появится надпись **«Установите образец и нажмите «ПУСК»;**

г) выдержать прибор во включенном состоянии 5 минут.

Е.1.3.2 Провести калибровку прибора следующим образом:

а) установить клавишу «D5-D7» в положение, соответствующее диаметру образца для измерений. Для калибровки использовать стандартный образец, диаметр которого соответствует диаметру образцов для измерений;

б) нажать кнопку «КАЛИБР» и удерживать ее до появления надписи **«Извлеките образец и нажмите кнопку «ПУСК»**;

в) убедиться в отсутствии образца в рабочей зоне преобразователя и кратковременно нажать кнопку «ПУСК». Появится надпись **«Установите калибровочный образец в прибор и нажмите «ПУСК»**;

г) установить стандартный образец в прибор, используя соответствующий пенал, и нажать кнопку «ПУСК». Появится надпись «**Используя ↓ и ↑ установите значение калибра Fe = NN.NN»**;

д) установить значение содержания ферритной фазы стандартного образца (указано в разделе 4, таблица 1 руководства по эксплуатации прибора). При этом в памяти прибора сохраняется значение СФФ последнего стандартного образца, который использовался при калибровке прибора;

е) нажать кнопку «ПУСК». Должна появиться надпись **«Калибровка завершена»**, затем появится надпись **«Установите образец и нажмите «ПУСК»**;

ж) извлечь стандартный образец из пенала.

Прибор готов к работе.

Для повышения достоверности измерений калибровку прибора следует производить перед каждой новой серией измерений.

Е.1.3.3 Подготовить образцы для измерений – их поверхность и геометрические размеры должны соответствовать ГОСТ 8.518, а их диаметр – диаметру стандартного образца.

Е.1.3.4 Выполнить измерения:

а) загрузить образец для измерений СФФ в пенал, соответствующий его диаметру;

б) вставить пенал до упора в гнездо «ОБРАЗЕЦ» на передней панели прибора;

в) нажать кнопку «ПУСК» и считать измеренное значение СФФ.

Е.2 Ферритометр локального типа МФ-51 НЦ

Е.2.1 Технические характеристики ферритометра МФ-51 НЦ представлены в таблице Е.3.

Таблица Е.3 - Технические характеристики

Тип ферритометра по ГОСТ 26364	локальный
Диапазон измерений СФФ, %	0,5 - 20
Предел допускаемой основной относительной погрешности, %	5
Измерительный преобразователь	накладной
Радиус действия преобразователя, мм	5 - 6
Питание	от встроенных источников (батарей) до 30 час. непрерывной работы сеть переменного тока (220+10 %) В, (50+0,5) Гц
Потребляемая мощность, мВт	не более 170
Масса, г	400
Габариты, мм	180x100x45
Температура окружающего воздуха, °С	5 - 40
Относительная влажность, %	не более 65
Атмосферное давление, кПа	85 - 106

Е.2.2 Ферритометр состоит из электронного блока и магнитоиндукционного измерительного преобразователя, подключаемого к блоку с помощью ка-

беля через разъём, расположенный на верхнем торце электронного блока. Комплектность поставки ферритометра МФ-51 НЦ представлена в таблице Е.4.

Таблица Е.4 – Комплектность поставки

Блок электронный	1 шт.
Преобразователь	1 шт.
Контрольный образец (имитатор	1 шт.
Блок питания сетевой (по дополнительному заказу)	1 шт.
Руководство по эксплуатации (совмещено с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации)	1 шт.
Футляр	1 шт.

Е.2.3 Дополнительные функции ферритометра

Е.2.3.1 Опция «ГРУППА»

Обеспечивает запись и хранение результатов измерений СФФ при контроле различных объектов, а также статистическую обработку результатов измерений путём вычисления среднего арифметического значения и среднего квадратического отклонения.

Е.2.3.2 Опция «ПИТАНИЕ»

Позволяет контролировать состояние (степень разрядки) встроенных источников питания - батарей.

Е.2.3.3 Опция «ВЫВОД НА IBM»

Обеспечивает передачу информации, накопленной в памяти прибора, на IBM - совместимый компьютер.

Е.2.3.4 Опция отмены записи ошибочного результата измерений

С целью повышения удобства пользования прибором при введении в его память большого числа результатов измерений в приборе МФ-51НЦ предусмотрена возможность отмены записи заведомо ошибочного результата.

Е.2.4 Измерение СФФ с использованием ферритометра локального типа МФ-51 НЦ

Е.2.4.1 Подготовить ферритометр к работе в следующей последовательности:

а) разместить электронный блок и датчик прибора на расстоянии не менее 0,1 м от ферромагнитных предметов и конструкций;

б) включить прибор нажатием кнопки «ВКЛ-ВЫКЛ». На индикаторе появится надпись текущего режима работы **«КАЛИБРОВКА»**, **«ИЗМЕРЕНИЕ»**, **«ГРУППА»**, **«ПИТАНИЕ»**, **«ВЫВОД НА IBM»**, а также прозвучит многотональный звуковой сигнал. Текущий режим соответствует режиму, который предшествовал включению прибора.

Е.2.4.2 Провести калибровку прибора следующим образом:

а) установить кнопкой «ВЫБОР РЕЖИМА» режим «КАЛИБРОВКА»;

б) нажать кнопку «ВВЕСТИ»; появится надпись **«СКОМПЕНСИРУЙТЕ ДАТЧИК!»**;

в) расположить измерительный преобразователь на расстоянии не ближе 10 см от ферромагнитного металла;

г) нажать кнопку «ВВЕСТИ». После паузы в 1-2 сек. должна появиться надпись **«УСТАНОВИТЕ ДАТЧИК НА ОБЪЕКТ»**;

д) установить преобразователь с легким нажатием вниз на его подпружиненный корпус на контрольный образец СФФ, входящий в комплект ферритометра, и считать показание. Если показание соответствует значению, указанному на образце, то нажать кнопку «ВВЕСТИ». Если нет, то нажатием кнопок «ВЫБОР РЕЖИМА» добиться такого соответствия и нажать кнопку «ВВЕСТИ». На этом операция калибровки прибора заканчивается и прибор готов к работе.

Если при первичном включении прибора слышен прерывистый звуковой сигнал, необходимо заменить батарею на новую. При этом, если войти в режим «ПИТАНИЕ» («ВЫБОР РЕЖИМА» - «ПИТАНИЕ» - «ВВЕСТИ»), то показатель разряда должен индицировать **«100 %»**.

После замены батареи результаты калибровки стираются и операцию «КАЛИБРОВКА» необходимо выполнить заново.

Е.2.4.3 Выполнить измерения в отдельных точках контролируемой поверхности металла с фиксацией получаемых значений СФФ на индикаторе

прибора либо с непрерывным отображением значений СФФ при перемещении преобразователя от точки к точке.

Е.2.4.3.1 Измерения с фиксацией значений СФФ:

Для использования этого режима кнопкой выбрать опцию «ИЗМЕРЕНИЕ» и после появления сообщения **«ГОТОВ!»** установить преобразователь в нужной точке металла. При этом на индикаторе будет индицироваться измеренное значение СФФ, сохраняющееся и после удаления преобразователя от объекта контроля до выполнения следующего измерения или выключения прибора. Дальнейшие измерения СФФ выполнять последовательно в той же или в других точках после появления сообщения **«ГОТОВ!»**.

Момент окончания измерений сопровождается сдвоенным звуковым сигналом. При выполнении нескольких измерений прибор, кроме текущего результата, фиксирует и отображает на индикаторе полученное максимальное и минимальное значение СФФ в серии измерений.

Е.2.4.3.2 Измерения с непрерывным отображением на индикаторе значений СФФ

Для перехода в этот режим необходимо кнопкой «ВЫБОР РЕЖИМА» выбрать опцию «КАЛИБРОВКА», нажать кнопку «ВВЕСТИ» и при появлении на индикаторе сообщения **«УСТАНОВИТЕ ДАТЧИК НА ОБЪЕКТ»** установить преобразователь в нужной точке на объекте контроля. В этом режиме возможно сканирование преобразователем по контролируемой поверхности, при этом на индикаторе указывается текущее значение СФФ.

При использовании режима с непрерывным отображением не рекомендуется перемещать преобразователь по объекту контроля с нажимом, особенно в случае грубо обработанной поверхности металла, во избежание преждевременного износа сердечника преобразователя и появления дополнительной погрешности измерений.

Приложение Ж

(рекомендуемое)

Форма свидетельства о поверке ферритометра

Ж.1 Форма лицевой стороны свидетельства

Головная материаловедческая организация Росатома

Аттестат аккредитации метрологической службы
в Госреестре № _____ от _____ г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО
О ПОВЕРКЕ

№ _____

Действительно до

«____»_____ 20__ г.

Средство измерений_____ферритометр_____
(наименование, тип)

заводской №_____, изг. в_____г. по ГОСТ 26364-90,

принадлежащее_____
(наименование юридического (физического) лица)

поверено согласно ГОСТ 8.518-84 и на основании результатов первичной/периодической поверки признано годным к применению _____.

(серия и номер клейма предыдущей поверки)

Оттиск поверительного клейма
или печати (штампа)

Главный метролог Фамилия, инициалы

Поверитель Фамилия, инициалы

Ж.2 Форма оборотной стороны свидетельства

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Поверка проводилась по государственным стандартным образцам содержания ферритной фазы в сталях аустенитного класса (комплект), Госреестр средств измерений № 2427, аттестованным Государственной метрологической службой с относительной погрешностью не более ± 3% при доверительной вероятности 0,95.

Пределы допускаемой приведенной погрешности ферритометра не превышают значений, указанных в паспорте.

Сведения о контрольных образцах

Содержание ферритной фазы, %

Контрольный образец, №	Показания ферритометра
1	
2	

Поверитель Фамилия, инициалы

Клеймо поверителя

"____"_____20 г.

Приложение К

(рекомендуемое)

Формы журналов регистрации контроля

К.1 Форма журнала регистрации неразрушающего контроля контрольных сварных швов, сварных соединений, наплавок

АС/ РП _____	Журнал регистрации неразрушающего контроля контрольных сварных швов, сварных соединений, наплавок				Листов	Лист
Дата записи	Регистрационный номер протокола / заключения	Наименование / обозначение, категория сварных соединений / наплавок	Наименование и обозначение ТД	Марка основного материала	Марка сварочного материала. Партия / плавка. Сертификат	Методы контроля
Руководитель подразделения _____ _____ _____ подпись расшифровка подписи дата						

К.2 Форма журнала регистрации разрушающего контроля контрольных сварных швов, сварных соединений, наплавок

АС/ РП _____	Журнал регистрации разрушающего контроля контрольных сварных швов, сварных соединений, наплавок				Листов	Лист
Дата записи	Регистрационный номер протокола	Наименование / обозначение, категория сварных соединений / наплавок	Наименование и обозначение ТД. Группа однотипных сварных соединений	Марка металла деталей	Марка сварочного материала, партия / плавка. Сертификат	Методы контроля
Руководитель подразделения _____ _____ _____ подпись расшифровка подписи дата						

Приложение Л

(рекомендуемое)

Форма протокола/заключения

Л.1 Форма протокола/заключения по определению содержания ферритной фазы в металле контрольных сварных швов, сварных соединений, наплавок.

АС/ РП_____ **Дата**_____	**ПРОТОКОЛ/ЗАКЛЮЧЕНИЕ №** **ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЕРРИТНОЙ ФАЗЫ В МЕТАЛЛЕ КОНТРОЛЬНЫХ СВАРНЫХ ШВОВ / СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ / НАПЛАВОК**	**Лист/листов** _____

Контроль контрольных сварных швов / сварных соединений / наплавок. **Акт(ы) о выполнении** контрольных сварных швов / сварных соединений / наплавок **от** _____ **№** _____	**Подразделение / предприятие – исполнитель св. соединений / наплавок** _____ **Подразделение / предприятие – исполнитель контроля** _____

В соответствии с программой выполнено определение содержания ферритной фазы в металле контрольных сварных швов / сварных соединений / наплавок согласно перечисленным ниже нарядам - заказам:

Наряд - заказ на исследование наплавленного металла	**Диаметр и число образцов**	**Марка сварочного материала, партия / плавка. Сертификат**	**Клеймо образца**	**Содержание ферритной фазы,%**	**Примечание**

____(наименование (обозначение) нормативных документов по контролю и оценке качества)_____

Метод испытания

_____

Ферритометр _____ (тип, инвентарный / заводской №) _____

В результате контроля установлено:

_____

_____

_____

Контролер		**Руководитель подразделения - исполнителя контроля**	
_____	_____	_____	_____
подпись	расшифровка подписи	подпись	расшифровка подписи

Л.2 Форма протокола/заключения по определению содержания ферритной фазы в основном металле.

АС/ РП_____	**ПРОТОКОЛ/ЗАКЛЮЧЕНИЕ №** **ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЕРРИТНОЙ ФАЗЫ В ОСНОВНОМ МЕТАЛЛЕ**	**Лист/листов** _____
Дата_____		

Контроль основного металла оборудования и трубопроводов	**Подразделение / предприятие – изготовитель оборудования / трубопровода**
	Подразделение / предприятие – исполнитель контроля _____

В соответствии с программой выполнено определение содержания ферритной фазы в основном металле (наименование и обозначение оборудования / трубопровода, место расположения зоны контроля /взятия темплета для переплавки) согласно перечисленным ниже нарядам - заказам:

Наряд - заказ на исследование основного металла	**Диаметр и число образцов или число точек контроля**	**Марка основного металла. Сертификат**	**Клеймо образца или точки контроля**	**Содержание ферритной фазы,%**	**Примечание**

____(наименование (обозначение) нормативных документов по контролю и оценке качества)_____

Метод испытания (объемный метод испытания образца, изготовленного из металла переплавленного темплета; локальный метод) _____

Ферритометр _____ (тип, инвентарный / заводской №) _____

В результате контроля установлено:

_____

_____

_____

Контролер		**Руководитель подразделения - исполнителя контроля**	
_____	_____	_____	_____
подпись	расшифровка подписи	подпись	расшифровка подписи

Библиография

[1] P. Merinov, M. Bonnet, S. Sadowski, M. Dadian, D. Kotecki. Travaux interlaboratoires. Resultat des travaux sur la determination du taux de ferrite sur des eprouvettes preparees par l'Institut CNIITMASH de Moscou, IIW Doc. IIC–774–86

[2] Физический энциклопедический словарь /гл. ред. А.М. Прохоров – М.: Совэнциклопедия, 1983 г., – 928 с.

[3] Янченко Ю. А., Меринов П. Е., Левтонов И. П., Горлачёва Е. И. Контроль ферритной фазы при сварке оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС: Обзорная информация. – М.: Информэнерго, 1986 г., – 48 с. (Сер. Тепловые электростанции, теплофикация и тепловые сети, вып. 1)

[4] Меринов П. Е., Химченко Н. В. Гл. 3. Магнитная ферритометрия. В сб. Неразрушающие методы контроля. Спецификатор различий в национальных стандартах разных стран. Под редакцией В. Я. Кершенбаума. – М.: Центр Наука и техника, 1995 г., – 236 с.

Лист согласования

РД ЭО 1.1.2.19.0199 – 2010 «Определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле сварочных и наплавочных материалов, основном металле, сварных швах аустенитных нержавеющих сталей и антикоррозионной наплавке оборудования и трубопроводов АС. Инструкция»

Заместитель директора по производству и эксплуатации АЭС – директор Департамента инженерной поддержки — Н.Н. Давиденко

Заместитель директора Департамента инженерной поддержки – начальник отдела материаловедения — В.Н. Ловчев

Нормоконтролер — Н.Г. Пересветова

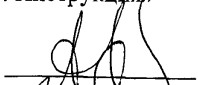
Лист согласования

РД ЭО 1.1.2.19.0199 – 2010 «Определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле сварочных и наплавочных материалов, основном металле, сварных швах аустенитных нержавеющих сталей и антикоррозионной наплавке оборудования и трубопроводов АС. Инструкция»

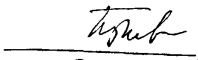
Главный инженер филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция»	Письмо от 01.10.2010 №ОДМиТК-6-06/15824	В.Н. Бессонов
И.о. главного инженера филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Белоярская атомная станция»	Письмо от 27.09.2010 №28-07/36	О.А. Потапов
Главный инженер филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Калининская атомная станция»	Письмо от 06.07.2010 №ф57-39/4510	М.Ю. Канышев
И.о. Главного инженера филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Кольская атомная станция»	Письмо от 26.07.2010 №07-8076	Ю.Н. Костромин
Главный инженер филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Курская атомная станция»	Письмо от 06.07.2010 №34/10658	А.В. Увакин
Главный инженер филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Ленинградская атомная станция»	Письмо от 12.07.2010 №15/2231	К.Г. Кудрявцев
Главный инженер филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция»	Письмо от 16.07.2010 №30-22/580 э	А.А. Сальников
Главный инженер филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция»	Письмо от 20.07.2010 №1993	А.П. Щукин
Главный инженер филиала ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Смоленская атомная станция»	Письмо от 17.09.2010 №20-34/4091	А.И. Васильев

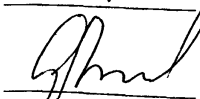
Лист визирования

РД ЭО 1.1.2.19.0199 – 2010 «Определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле сварочных и наплавочных материалов, основном металле, сварных швах аустенитных нержавеющих сталей и антикоррозионной наплавке оборудования и трубопроводов АС. Инструкция»

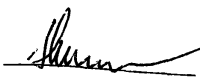
Генеральный директор
ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»  А.В. Дуб

Заведующий отделом  А.Е. Корнеев

Ведущий научный сотрудник  П.Е. Меринов

Первый заместитель
генерального директора
ОАО «ВНИИАЭС»  Ю.Н. Филимонцев

Начальник отдела стандартизации
и качества  В.М. Симин

Начальник ЦНТПТОР  Ю.А. Янченко

Ведущий инженер ЦНТПТОР  С.Е. Осипова

gost.e-ecolog.ru