ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 24497-3— 2009

Контроль неразрушающий

МЕТОД МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА

Часть 3

Контроль сварных соединений

ISO 24497-3—2009
Non-destructive testing — Metal magnetic memory — Part 3: Inspection of welded joints (IDT)

Издание официальное

БЗ 3—2009/51

Москва
Стандартинформ
2010

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0 — 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД») на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 132 «Техническая диагностика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 ноября 2009 г. № 499-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 24497-3:2007 «Контроль неразрушающий. Метод магнитной памяти металла. Часть 3. Контроль сварных соединений» (ISO 24497-3—2007 «Non-destructive testing — Metal magnetic memory — Part 3: Inspection of welded joints»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2010

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль неразрушающий

МЕТОД МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА

Часть 3

Контроль сварных соединений

Non-destructive testing. Metal magnetic memory method. Part 3. Inspection of welded joints

Дата введения — 2010 — 12 — 01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к применению метода магнитной памяти металла для контроля качества сварных соединений оборудования и конструкций, работающих под давлением.

Настоящий стандарт распространяется на оборудование и конструкции, подведомственные и неподведомственные Госгортехнадзору РФ в различных отраслях промышленности, включая изготовление и эксплуатацию.

Настоящий стандарт может быть распространен на сварные соединения любых видов трубопроводов, сосудов, оборудования и металлоконструкций по согласованию с потребителем.

Термины и определения, использованные в настоящем стандарте, приведены в ИСО 24497-1, общие требования — в ИСО 24497-2.

2 Основные положения

2.1 Контроль методом магнитной памяти металла (ММП-контроль) основан на измерении и анализе распределения собственных магнитных полей рассеяния (СМПР) металла сварных соединений, отображающих их структурную технологическую наследственность. При контроле используется естественная намагниченность, сформировавшаяся в процессе сварки в магнитном поле Земли.

2.2 ММП-контроль служит для определения зон концентрации механических напряжений (ЗКН) и выдачи рекомендаций для дополнительного контроля опасных зон в сварных соединениях сосудов, трубопроводов, оборудования и конструкций.

2.3 ММП-контроль является первоочередным по отношению к известным методам неразрушающего дефектоскопического контроля (ультразвуковой, радиационный, магнитопорошковый, капиллярный, цветная дефектоскопия, измерение твердости и толщинометрия).

2.4 ММП-контроль позволяет контролировать сварные соединения любых размеров и форм (стыковые, тавровые, угловые, нахлесточные, торцевые, прерывистые и др.) без ограничения толщины свариваемого металла на всех видах ферромагнитных и аустенитных сталей и сплавов и на чугунах.

2.5 ММП-контроль может проводиться как при работе объекта контроля (ОК), так и при его ремонте.

2.6 При ММП-контроле определяют:

- зоны концентрации остаточных сварочных напряжений и их распределение вдоль сварного соединения;
- зоны вероятного расположения микро- и макродефектов всех видов (поры, шлаковые включения, несплошности, трещины, разрывы).

Издание официальное

Классификацию дефектов по магнитным параметрам проводят по специальным методикам контроля для конкретного сварного соединения.

2.7 ММП-контроль можно использовать для контроля:

- степени «засоренности» сварных швов дефектами и наличия развивающегося дефекта;
- качества сварных соединений при аттестации, выборе, оптимизации и сертификации технологии сварки.

2.8 Температурный диапазон ММП-контроля составляет от минус 20 °С до плюс 60 °С и регламентируется условиями нормальной работы оператора и приборов контроля.

2.9 По результатам ММП-контроля рекомендуется использовать традиционные методы и средства дефектоскопического контроля в зонах максимальной концентрации напряжений и вероятного расположения микро- и макродефектов по действующим нормам для сварного соединения.

2.10 Необходимость применения ММП-контроля может устанавливаться соответствующими нормами контроля качества сварных соединений на данном предприятии или в данной отрасли.

3 Условия контроля

3.1 Оборудование и конструкции контролируют с использованием метода МПМ как в рабочем состоянии (под нагрузкой), так и при их останове (после снятия рабочей нагрузки).

3.2 Зачистки и какой-либо подготовки поверхности не требуются. Изоляцию рекомендуется снять. В отдельных случаях допускается проведение контроля без снятия немагнитной изоляции. Максимально допустимая для проведения контроля толщина изоляции определяется экспериментально.

3.3 Допустимый диапазон толщин металла в зонах контроля указывают в методиках на данный объект контроля.

3.4 Ограничивающими факторами применения МПМ являются:

- наличие искусственной намагниченности металла;
- наличие на объекте контроля постороннего ферромагнитного изделия;
- наличие вблизи (ближе 1 м) объекта контроля источника внешнего магнитного поля и поля от электросварки.

3.5 Акустические шумы, механические вибрации вблизи объектов контроля и на самих ОК не оказывают влияния на результаты контроля.

4 Приборы и аппаратура

4.1 Для контроля оборудования с использованием метода МПМ применяются специализированные магнитометрические приборы, имеющие соответствующие сертификаты. В описании указанных приборов должны быть типовые методики определения ЗКН.

4.2 Принцип действия указанных приборов должен быть основан на фиксации импульсов тока в обмотке феррозонда при помещении его в СМПР приповерхностного пространства объекта контроля. В качестве датчиков для измерения напряженности СМПР могут быть использованы феррозондовые или другие магниточувствительные преобразователи: полемеры или градиентометры.

4.3 Приборы должны иметь экран для графического представления параметров контроля, регистрирующее устройство на базе микропроцессора, блок памяти и сканирующие устройства в виде специализированных датчиков. Должна быть обеспечена возможность передачи информации от прибора к компьютеру и распечатки на принтере. В комплекте с прибором должно поставляться программное обеспечение для обработки результатов контроля на компьютере.

4.4 В комплекте с прибором поставляются специализированные датчики. Тип датчика определяется методикой и объектом контроля. На датчике должно быть не менее двух каналов измерений, один из которых измерительный, а другой используют для отстройки от внешнего магнитного поля Земли.

В корпусах датчиков должен быть электронный блок усиления измеряемого поля и датчик для измерения длины контролируемого участка.

4.5 Допустимую погрешность измерений напряженности магнитного поля указывают в методиках в зависимости от объекта контроля.

4.6 Приборы должны иметь следующие метрологические характеристики:

- основная относительная погрешность измеряемого магнитного поля для каждого канала измерений не должна превышать ±5 %;

- относительная погрешность измеряемой длины не должна превышать ±5 %;

- диапазон измерений приборов должен быть не менее ±1000 А/м;

- минимальный шаг сканирования (расстояние между двумя соседними точками контроля) должен быть 1 мм;

- уровень электронных шумов, обусловленный работой процессора и микросхем, не должен превышать ±5 А/м.

4.7 Прибор должен иметь паспорт с инструкцией для пользователя.

5 Подготовка к контролю

5.1 Подготовка к контролю содержит следующие основные этапы:

- анализ технической документации на объект контроля и составление карты (формуляра) ОК;

- выбор типов датчиков и приборов контроля;

- настройку и калибровку приборов и датчиков в соответствии с инструкцией, указанной в паспорте прибора;

- условное разбиение объекта контроля на отдельные участки и узлы, имеющие конструктивные особенности, и обозначение их на формуляре ОК.

5.2 Анализ технической документации на объект контроля включает в себя:

- выявление марок сталей и типоразмера узлов;

- анализ режимов работы ОК и причин отказов (повреждений);

- выявление конструктивных особенностей узлов, мест расположения сварных соединений.

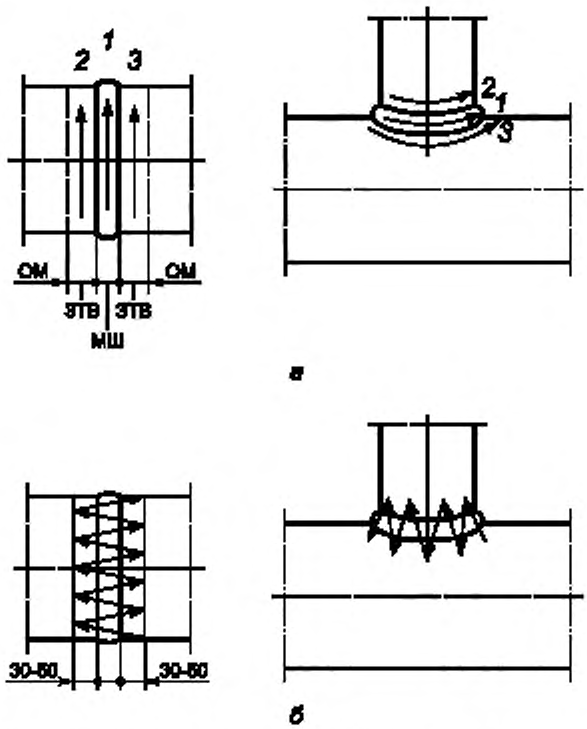
6 Порядок проведения контроля

6.1 Контроль сварных соединений с использованием приборов, имеющих цифровую индикацию напряженности магнитного поля

Схема сканирования датчиком прибора при диагностировании сварных соединений представлена на рисунке 1.

Феррозондовый преобразователь располагается перпендикулярно к поверхности контроля и перемещается оператором вручную последовательно вдоль сварного шва по всему периметру (отдельно по металлу шва и зонам термического влияния с обеих сторон шва) и затем перпендикулярно к сварному шву с отклонением от края шва на 30—50 мм в сторону основного металла трубы.

Второй оператор регистрирует в журнале данные контроля: напряженность магнитного поля H_p, А/м, со знаком плюс или минус. Скачкообразное изменение знака и величины поля H_p указывает на концентрацию остаточных напряжений по линии H_p, равной 0, для конкретного участка сварного соединения. Эти участки отмечают мелом или краской.

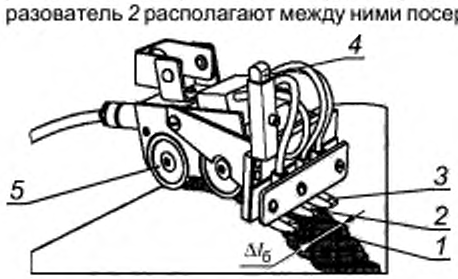


а — перемещение датчика вдоль сварного шва, *b* — перемещение датчика перпендикулярно к сварному шву; МШ — металл шва; ЗТВ — зона термического влияния сварного соединения; ОМ — основной металл; *1, 2, 3* — зоны контроля

Рисунок 1 — Схема сканирования датчиком при диагностировании сварных соединений по остаточной намагниченности металла

6.2 Контроль сварных соединений с использованием приборов, имеющих экран, регистрирующее и сканирующее устройства

На рисунке 2 приведена схема контроля стыкового сварного соединения. Контроль осуществляют с помощью сканирующего устройства, состоящего из четырех феррозондовых преобразователей *1, 2, 3, 4* и счетчика измерения длины, встроенного в корпус тележки и позволяющего одновременно с измерением величин напряженности магнитного поля H_p выполнять измерение длины контролируемого участка. Преобразователи *1* и *3* располагают при контроле по зонам термического влияния с обеих сторон шва, а преобразователь *2* располагают между ними посередине.



1, 2, 3 — феррозондовые преобразователи сканирующего устройства для регистрации поля H_p на поверхности сварного шва, *4* — феррозондовый преобразователь для отстройки от внешнего магнитного поля; *5* — колеса привода измерителя длины; $\Delta l_б$ — базовое расстояние между феррозондовыми преобразователями

Рисунок 2 — Схема контроля стыковых сварных соединений труб четырехканальным датчиком прибора

Перед началом контроля по каждому каналу измерений устанавливают шаг измерения поля H_p. Шаг измерения *S* или расстояние между двумя соседними точками контроля $\Delta l_к$ по каждому каналу измерений не должны превышать толщину стенок, соединяемых сварным швом.

Базовое расстояние $\Delta l_б$ между соседними преобразователями *1*, *2* и *3* устанавливают в соответствии с размерами сварного шва и заносят в память прибора после измерений.

7 Обработка результатов

7.1 По результатам контроля методом МПМ определяют следующие параметры:

- градиент магнитного поля по каждому каналу измерений, вычисляемый по формуле

$$K_{ин} = \frac{|\Delta H_p|}{\Delta l_к},$$

- градиент магнитного поля между каналами измерений, вычисляемый по формуле

$$K^{б}_{ин} = \frac{|\Delta H_p|}{\Delta l_б},$$

- средние $K^{ср}_{ин}$ и максимальные $K^{max}_{ин}$ значения по каждому каналу измерений на базовом расстоянии между каналами измерений;

- магнитный параметр m, характеризующий степень неоднородности напряженно-деформированного состояния и деформационную способность металла в ЗКН, вычисляемый по формуле

$$m = \frac{K^{max}_{ин}}{K^{ср}_{ин}}.$$

Магнитный параметр m изменяется в диапазоне не менее 1,05—3,0, в зависимости от качества сварного соединения.

Примечание — Указанные магнитные параметры определяют с использованием программного обеспечения используемого прибора.

7.2 Наиболее предрасположенными к развитию повреждений являются участки сварного шва, на которых зафиксировано максимальное разнополярное значение поля H_p между каналами измерений (максимальное значение $K^{б}_{ин}$) или максимальное значение градиента поля $K^{max}_{ин}$ по любому из каналов измерений. Эти участки соответствуют ЗКН и дефектам сварного соединения. Для выявления конкретных дефектов в ЗКН проводят дополнительный контроль традиционными методами (УЗД, рентген и т. д.).

7.3 По результатам контроля методом МПМ устанавливают участки для дополнительного контроля другими методами дефектоскопии.

7.4 В ЗКН со значением магнитного параметра не менее 2,0 делают шлифовку (или выборку металла) и повторный контроль методом МПМ.

7.5 Результаты выполненных измерений оформляют в виде заключения с приложением протокола. Форма протокола приведена в приложении А.

7.6 Пример обработки результатов контроля для прибора с цифровой индикацией магнитного поля H_p приведен в приложении В.

7.7 Пример обработки результатов контроля для прибора, имеющего регистрирующее и сканирующее устройства, приведен в приложении С. Расчеты показателей $K^{ср}_{ин}$, $K^{max}_{ин}$, $K^{б}_{ин}$ и m выполняют с использованием программного обеспечения, которое входит в комплектацию прибора.

Приложение А
(рекомендуемое)

Протокол результатов контроля

Наименование предприятия _____

Наименование оборудования, тип _____

Номер формуляра, рисунка, схемы _____

ПРОТОКОЛ №_____

«____» _____

Наименование узла и объем контроля _____

Наименование методики или руководящего документа _____

Наименование прибора _____

1 Результаты контроля

№	Место расположения ЗКН на формуляре (рисунке, схеме) сварного соединения	Экстремальные (min/max) значения поля H_p (А/м) в ЗКН	Значение параметров контроля				Результат контроля другими методами (ЭМИТ, УЗК, МПД цветная и др.)	Примечание
			$K_{ин}$ всех ЗКН	$K_{ин}^{max}$	$K_{ин}^{ср}$	m		

2 Выводы

Рекомендуемые для дополнительного
контроля и ремонта участки ЗКН _____

Контроль выполнил _____
должность, ФИО

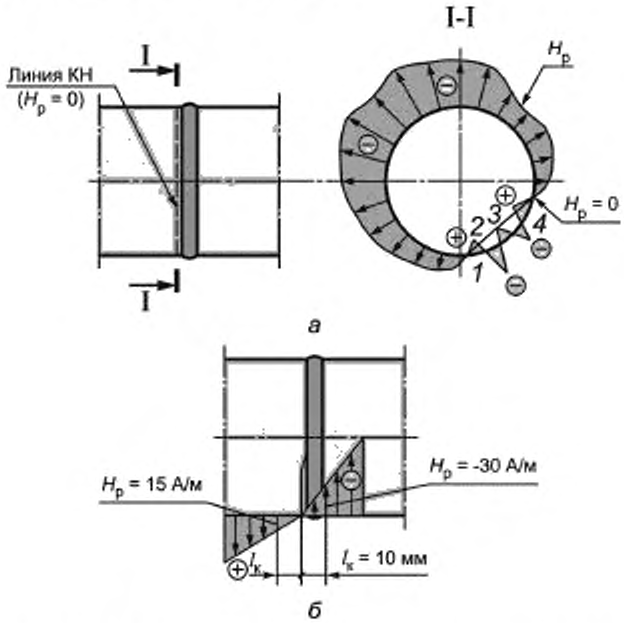
Удостоверение № и квалификация специалиста _____

Дата контроля _____

Приложение В
(справочное)

Пример определения зон концентрации напряжений прибором с цифровой индикацией напряженности магнитного поля

На рисунке В.1*а* показан пример распределения магнитного поля H_p по периметру стыкового соединения и в зоне концентрации остаточных напряжений (линия КН).



а — эпюра H_p по периметру стыка с концентрацией остаточных напряжений КН (в зонах *1*—*4*, по линии H_p, равной 0); *b* — эпюра H_p вдоль нижней образующей трубы в зонах *1* и *2* максимальной концентрации напряжений

Рисунок В.1 — Схема распределения магнитного поля H_p по периметру стыкового сварного соединения в зоне концентрации остаточных напряжений

Для определения интенсивности напряжений вблизи линии КН (линии H_p = 0) на равном расстоянии $l_к$ от нее по обе стороны (рисунок В.1 *b*) измеряют величину H_p, и определяют градиент величины H_p по длине $2l_к$. Этот градиент, определенный по формуле $\frac{|\Delta H_p|}{2l_к}$, характеризует магнитный коэффициент интенсивности остаточных напряжений $K_{ин}$.

По результатам определения значений $K_{ин}$ для разных участков с зонами концентрации напряжений устанавливают максимальные его значения.

Например, для участка сварного соединения (рисунок В.1 *b*) значения $K_{ин}$ для зон *1* и *2* составляют:

для зоны 1: $K_{ин} = \frac{|-15-10|}{2l_к} = \frac{25}{20}\frac{А/м}{мм} = 1{,}25\frac{А/м}{мм} = 1250\ А/м^2$;

для зоны 2: $K_{ин} = \frac{|-30-15|}{2l_к} = \frac{45}{20}\frac{А/м}{мм} = 2{,}25\frac{А/м}{мм} = 2250\ А/м^2$.

Отсюда следует, что максимальное значение $K_{ин}$ находится в зоне 2.

Приложение С
(справочное)

Пример определения зон концентрации напряжений прибором, имеющим регистрирующее и сканирующее устройства

На рисунке С.1 представлены результаты контроля кольцевого сварного шва № 1 толстостенного барабана (⌀1800×87, сталь аналогична марке 16 ГНМ) котла блока 110 МВт ТЭС.

На рисунке С.1 показано распределение поля H_p по периметру шва (рисунок С.1*a*) и в развертке (рисунок С.1 *b*), а также отмечены зоны максимальных КН, в которых поле H_p имеет знакопеременный и скачкообразный характер с максимальным значением *dH/dx*. Расчет $K^1_{ср}$, $K^2_{ср}$, ..., $K^j_{ср}$, $K^r_{б.ср}$ проводили только для области сварного шва с зонами КН.

$$K^1_{ср} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{\left|\Delta H^i_p\right|}{\Delta l^i_к} = 2{,}35 \text{ (А/м)/мм};$$

$$K^2_{ср} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{\left|\Delta H^i_p\right|}{\Delta l^i_к} = 3{,}4 \text{ (А/м)/мм};$$

$$K^б_{ср} = \frac{\left|\Delta H_p\right|}{\Delta l_б} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{\left|\Delta H^i_p\right|}{\Delta l^i_б} = 1{,}7 \text{ (А/м)/мм};$$

$K^1_{max} = 3{,}5$ (А/м)/мм;

$K^2_{max} = 6{,}2$ (А/м)/мм;

$K^б_{max} = 3{,}5$ (А/м)/мм;

$$\frac{K^1_{max}}{K^1_{ср}} = m_1 = \frac{3{,}5}{2{,}35} \approx 1{,}5; \quad \frac{K^2_{max}}{K^2_{ср}} = m_1 = \frac{6{,}2}{3{,}4} \approx 1{,}85; \quad \frac{K^б_{max}}{K^б_{ср}} = m_б = 2{,}1.$$

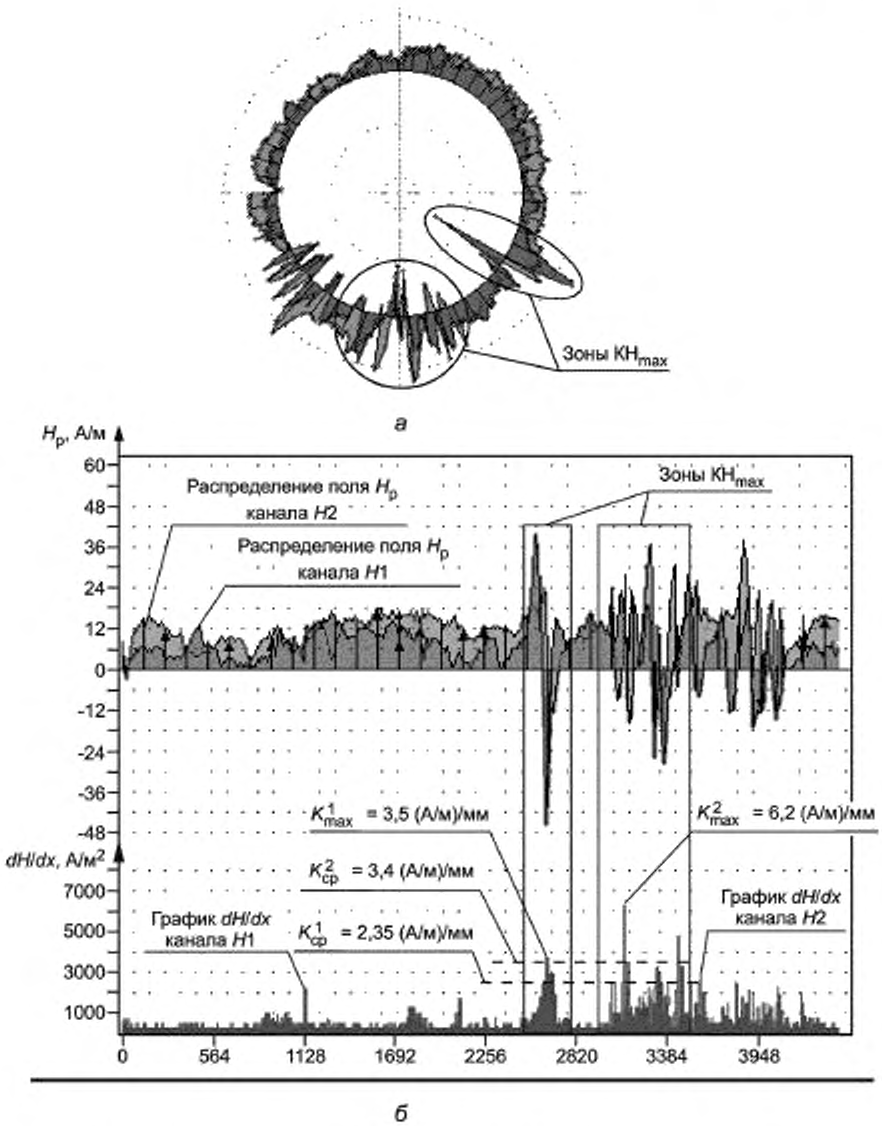


Рисунок С.1 — Распределение поля $H_р$ вдоль сварного шва № 1 барабана котла блока 110 МВт ТЭС

УДК 669.13:620.179:006.354 ОКС 77.040 Т51 ОКСТУ 0009

Ключевые слова: магнитная память металла, зона концентрации напряжений, напряженность магнитного поля рассеяния, неразрушающий контроль

Редактор *Р. Г. Говердовская*
Технический редактор *Н. С. Гришанова*
Корректор *С. И. Фирсова*
Компьютерная верстка *З. И. Мартыновой*

Сдано в набор 02.12.2009. Подписано в печать 18.03.2010. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 191 экз. Зак. 2404.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru

Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru