
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

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

© Стандартиформ, 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

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 (СМПП) 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).

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 СМГР приповерхностного пространства объекта контроля. В качестве датчиков для измерения напряженности СМГР 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 $\pm 5\%$;
 - относительная погрешность измеряемой длины не должна превышать $\pm 5\%$;
 - 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.

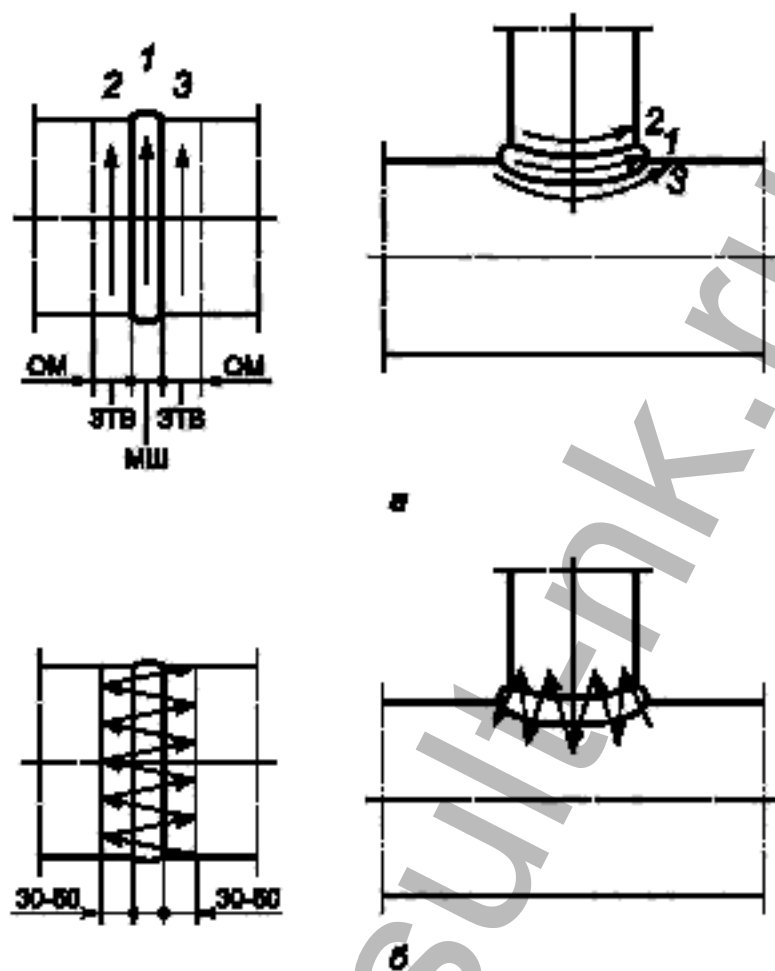
6 Порядок проведения контроля

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.

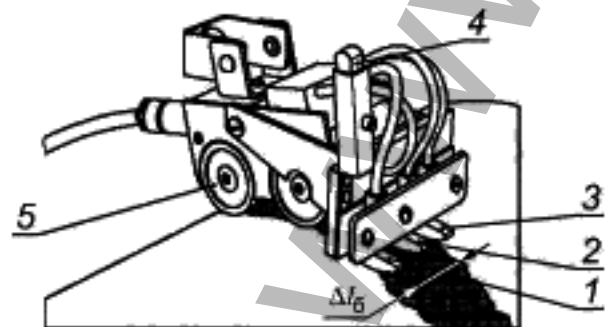


а — перемещение датчика вдоль сварного шва, б — перемещение датчика перпендикулярно к сварному шву; МШ — металл шва; ЗТВ — зона термического влияния сварного соединения; ОМ — основной металл; 1, 2, 3 — зоны контроля

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 преобразователи 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 ΔL_x по каждому каналу измерений не должны превышать толщину стенок, соединяемых сварным швом.

Базовое расстояние Δl_0 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

$$K_{\text{ин}} = \frac{|\Delta H_p|}{\Delta l_k};$$

- градиент магнитного поля между каналами измерений, вычисляемый по формуле

$$K_{\text{ин}}^{\text{б}} = \frac{|\Delta H_p|}{\Delta l_0};$$

- средние $K_{\text{ин}}^{\text{ср}}$ и максимальные $K_{\text{ин}}^{\text{max}}$ 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

$$m = \frac{K_{\text{ин}}^{\text{max}}}{K_{\text{ин}}^{\text{ср}}}.$$

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

П р и м е ч а н и е — 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 $K_{\text{ин}}^{\text{б}}$) или максимальное значение градиента поля $K_{\text{ин}}^{\text{max}}$ 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 $K_{\text{ин}}^{\text{ср}}$, $K_{\text{ин}}^{\text{max}}$, $K_{\text{ин}}^{\text{б}}$ 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_{min} всех ЗКН	$K_{\text{min}}^{\text{max}}$	$K_{\text{min}}^{\text{ср}}$	m		

2 Выводы

Рекомендуемые для дополнительного контроля и ремонта участки ЗКН _____

Контроль выполнил _____
должность, ФИО

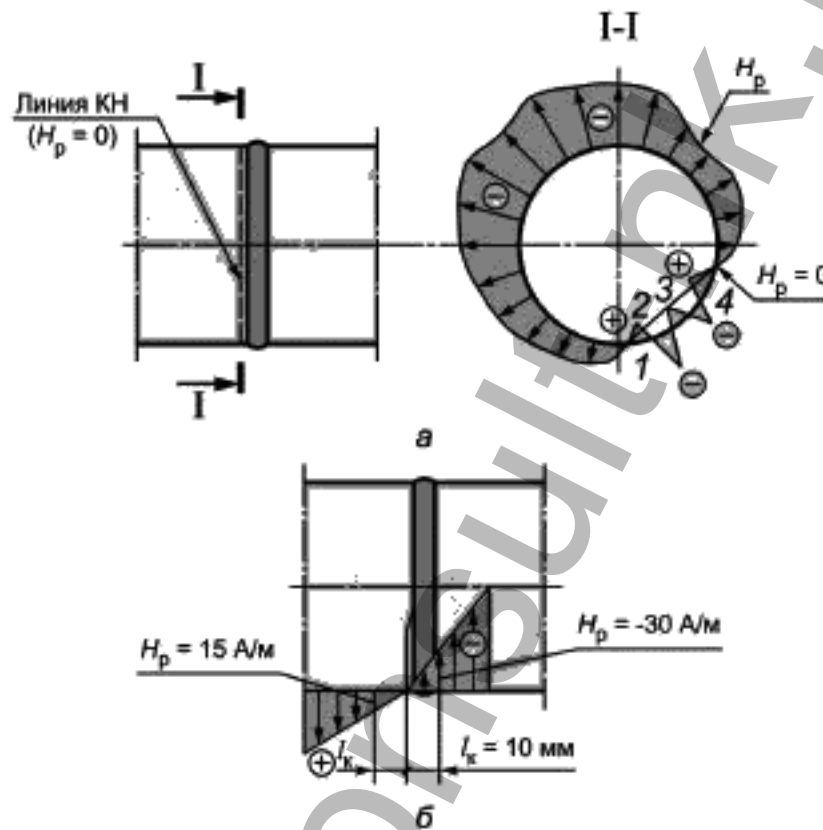
Удостоверение № и квалификация специалиста _____

Дата контроля _____

Приложение В
(справочное)

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

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



а — эюра H_p по периметру стыка с концентрацией остаточных напряжений КН (в зонах 1—4, по линии H_p , равной 0); б — эюра 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_k от нее по обе стороны (рисунок В.1 б) измеряют величину H_p , и определяют градиент величины H_p по длине $2l_k$. Этот градиент, определенный по формуле $\frac{\Delta H_p}{2l_k}$, 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 б) значения $K_{ин}$ для зон 1 и 2 составляют:

$$\text{для зоны 1: } K_{ин} = \frac{|-15 - 10|}{2l_k} = \frac{25 \text{ A/m}}{20 \text{ мм}} = 1,25 \frac{\text{A/m}}{\text{мм}} = 1250 \text{ A/m}^2;$$

$$\text{для зоны 2: } K_{ин} = \frac{|-30 - 15|}{2l_k} = \frac{45 \text{ A/m}}{20 \text{ мм}} = 2,25 \frac{\text{A/m}}{\text{мм}} = 2250 \text{ A/m}^2.$$

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 ($\varnothing 1800 \times 87$, сталь аналогична марке 16 ГНМ) котла блока 110 МВт ТЭС.

На рисунке С.1 показано распределение поля H_p по периметру шва (рисунок С.1а) и в развертке (рисунок С.1 б), а также отмечены зоны максимальных КН, в которых поле H_p имеет знакопеременный и скачкообразный характер с максимальным значением dH/dx . Расчет $K_{\text{ср}}^1, K_{\text{ср}}^2, \dots, K_{\text{ср}}^j, K_{\text{ср}}^r$ проводили только для области сварного шва с зонами КН.

$$K_{\text{ср}}^1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\Delta H_p^i|}{\Delta l_k^i} = 2,35 \text{ (А/м)/мм};$$

$$K_{\text{ср}}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\Delta H_p^i|}{\Delta l_k^i} = 3,4 \text{ (А/м)/мм};$$

$$K_{\text{ср}}^6 = \frac{|\Delta H_p|}{\Delta l_6} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|\Delta H_p^i|}{\Delta l_6^i} = 1,7 \text{ (А/м)/мм};$$

$$K_{\text{max}}^1 = 3,5 \text{ (А/м)/мм};$$

$$K_{\text{max}}^2 = 6,2 \text{ (А/м)/мм};$$

$$K_{\text{max}}^6 = 3,5 \text{ (А/м)/мм};$$

$$\frac{K_{\text{max}}^1}{K_{\text{ср}}^1} = m_1 = \frac{3,5}{2,35} \approx 1,5; \quad \frac{K_{\text{max}}^2}{K_{\text{ср}}^2} = m_2 = \frac{6,2}{3,4} \approx 1,85; \quad \frac{K_{\text{max}}^6}{K_{\text{ср}}^6} = m_6 = 2,1.$$

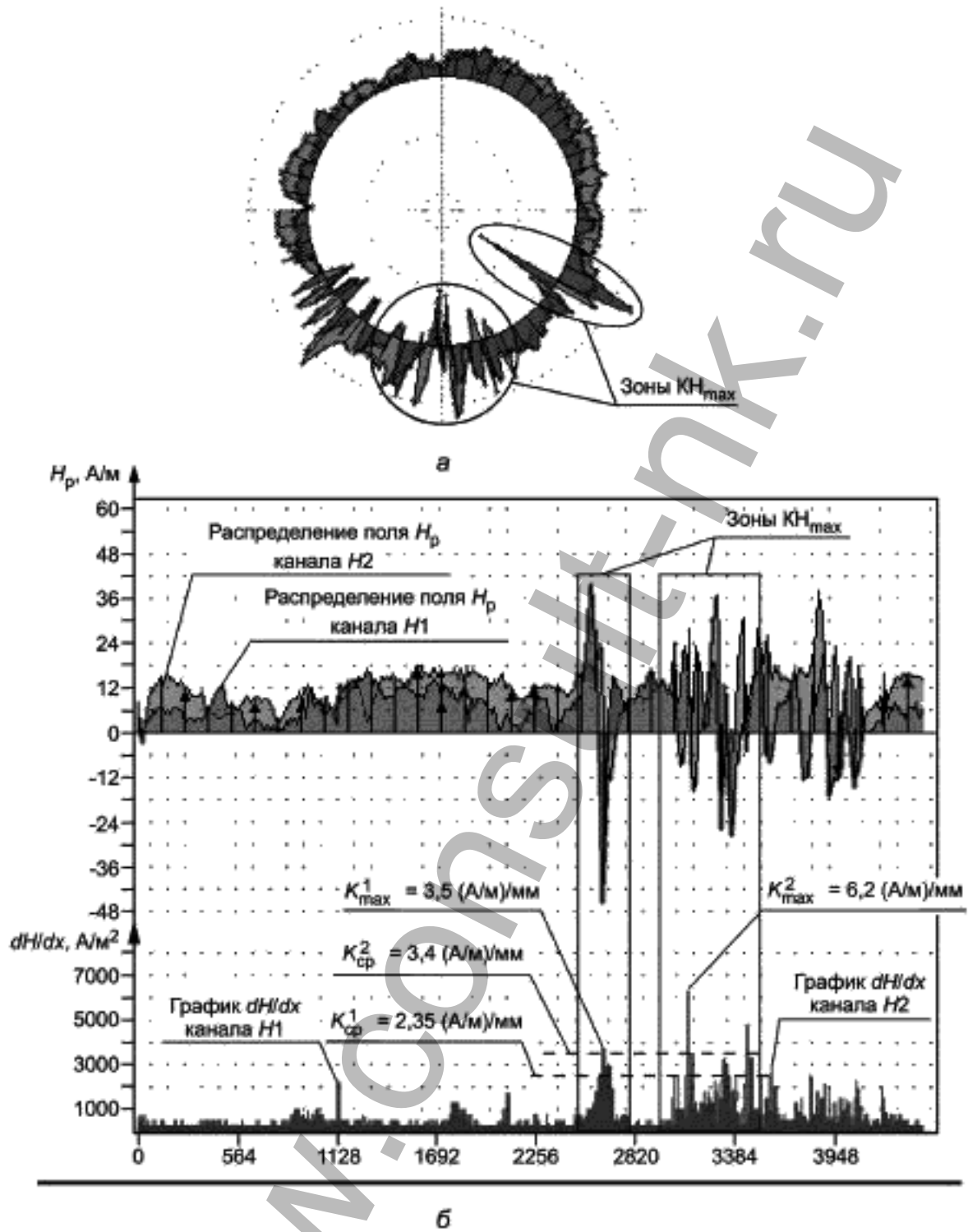


Рисунок С.1 — Распределение поля H_p вдоль сварного шва № 1 барабана котла блока 110 МВт ТЭС

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 60×84¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 191 экз. Зах. 2404.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru

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