Научно-издательский совет:

Мигун Н.П. - председатель Боровский В.В. Венгринович В.Л. Войцехович Л.Н. Высоцкий М.С. Жагора Н.А. Зуйков И.Е. Ивлев С.А. Лухвич А.А. Матюк В.Ф. Мелешко А.Л. Пантелеенко Ф.И. Рудницкий В.А. Сергеев С.С.

Неразрушающий Контроль и Диагностика

Nº 3, 2010

Научно-практический журнал

Учредитель

Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики, республиканское общественное объединение

Соучредители

Институт прикладной физики НАН Беларуси, государственное научное учреждение

«Диатех», республиканское научно-производственное унитарное предприятие

Белорусский электронный журнал «Наука»

Серия **Неразрушающий контроль и диагностика**Электронная версия журнала на сайте *science.by*

Электронный научно-практический журнал

Редакционная коллегия:

Войцехович Л.Н. – главный редактор Кулагин В.Н. – заместитель главного редактора Попоудина С.А. – заместитель главного редактора Горбаш В.Г. – научный редактор Линевич С.Я. – редактор

Издатель

Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Диатех»

Подписано в печать 12.11.2010. Формат 60х84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Cambria. Усл. печ. л. 5,58. Тираж печатной версии 50 экз.

Печать цифровая.

Государственное предприятие «Диатех», 220072 г. Минск, ул. Академическая, 16.

Тексты публикуются в авторской версии без редакционных изменений

© Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Диатех», 2010

Информационный бюллетень Белорусской ассоциации неразрушающего контроля и технической диагностики, начиная с номера 3 за 2010 год, по решению Правления БАНК и ТД преобразован в электронный научно-практический журнал «Неразрушающий контроль и диагностика» (НКД). Учредителем журнала является Белорусская ассоциация неразрушающего контроля и технической диагностики. Соучредителями журнала НКД являются ГНУ «Институт прикладной физики» и Государственное предприятие «Диатех». Список соучредителей предполагается в дальнейшем расширить. Функции издателя журнала возложены на Государственное предприятие «Диатех».

Электронная версия журнала НКД размещается на сайте *science.by* Белорусского электронного центра «Наука» (БЭЦ «Наука»).

На настоящий момент журнал НКД имеет следующие основные рубрики.

Научные публикации. В рубрике размещаются рецензируемые научные статьи в области неразрушающего контроля и технической диагностики.

Наука и практика.

В организациях НК и ТД.

Приборы НК и ТД.

Информационные сообщения.

Авторский указатель.

Все статьи, за исключением информационных сообщений, хранятся в базе данных БЭЦ «Наука» (science.by) и доступны для полнотекстового поиска по сайту, а также со страницы с содержанием журнала НКД и со страниц «Авторского указателя» сайта по фамилии одного из авторов. Информация о приборах НК и ТД размещается на платной основе в отдельной базе данных, доступной, помимо полнотекстового поиска, для поиска со страниц сайта «Научно-техническая продукция» и «Организации». Вся информация из баз данных сайта science.by доступна также для поиска с помощью основных мировых поисковых систем по мере размещения информации в базах данных соответствующих поисковых систем.

В авторском указателе журнала приводятся фамилия, имя и отчество, фотография автора, а также другая информация по согласованию с автором. Там же указываются ссылки на все статьи автора, размещенные на сайте.

Во второй половине 2011 года планируется подать материалы в ВАК для включения журнала НКД в «Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований».

Редакция журнала НКД

КОНТРОЛЬ СТРУКТУРЫ, МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ КОЭРЦИТИМЕТРИИ

В.Ф. МАТЮК, В.Н. КУЛАГИН

Магнитный метод контроля структуры и механических свойств изделий машиностроения и металлургии широко применяется в промышленности. Контроль механических характеристик (твердости, временного сопротивления при разрыве $\sigma_{\rm B}$, предела прочности $\sigma_{\rm T}$, относительного удлинения δ , сужения ψ и др.) стальных изделий возможен только для материалов, для которых существует взаимосвязь этих характеристик с магнитными свойствами металла. К структурно-чувствительным магнитным характеристикам относятся: начальная и максимальная магнитные проницаемости; напряженность намагничивающего поля, соответствующего максимальной магнитной проницаемости; остаточная намагниченность; коэрцитивная сила и другие [1].

Наибольшее применение в практике неразрушающего контроля структуры и механических свойств получили остаточная намагниченность B_r и коэрцитивная сила H_c [2, 3].

Коэрцитивной силой является напряженность внешнего магнитного поля, при которой намагниченность в материале, предварительно намагниченном до насыщения, становится равной нулю. Она определяется средней величиной сил, задерживающих необратимое смещение границ между доменами при перемагничивании. Задерживать смещение границ между доменами могут неферромагнитные включения разной формы и дисперсности, напряжения, обусловленные дислокациями и другими причинами, и градиенты напряжений, границы фаз, зерен и субзерен, а также прочие неоднородности и дефекты кристаллического строения. Это обуславливает тот факт, что коэрцитивная сила является одной из наиболее структурночувствительных характеристик ферромагнитных материалов. Поэто-

му методы неразрушающего контроля, основанные на измерении коэрцитивной силы, нашли широкое применение. Их отличает высокая точность и достаточная простота, возможность проведения измерений на локальных участках контролируемых изделий, высокая чувствительность к фазовым превращениям, слабая зависимость от геометрических размеров объекта контроля [4].

Контроль механических свойств.

Физической основой метода контроля по коэрцитивной силе временного сопротивления при разрыве $\sigma_{\text{в}}$, предела прочности $\sigma_{\text{т}}$, относительного удлинения δ и сужения ψ является взаимосвязь между прочностью и пластичностью. Дефекты структуры повышают прочностные характеристики материала и его коэрцитивную силу, одновременно снижая пластичность.

Для холодно- и горячекатаного проката низкоуглеродистых и среднеуглеродистых сталей наблюдается надежная корреляция между коэрцитивной силой и прочностными характеристиками металла в состоянии поставки. На рис.1 в качестве примера представлены корреляционные связи механических свойств и коэрцитивной силы для горячекатаных труб общего назначения из сталей марок 10, 20, 35 и 45 [4]. Аналогичные закономерности установлены и для других марок сталей.

Метод коэрцитиметрии нашел применение и для контроля вязких свойств сталей [5].

Рассортировка сталей по маркам

Чувствительность коэрцитивной силы к содержанию углерода в стали позволяет использовать её для рассортировки углеродистых сталей по маркам. Для легированных сталей влияние легирующих элементов может нарушить корреляционную связь коэрцитивной силы с количеством углерода в стали. Несмотря на это, коэрцитиметры используют для рассортировки и таких сталей [4]. При этом рекомендуется устанавливать корреляционную связь коэрцитивной силы для марок сталей из заранее выбранных групп.

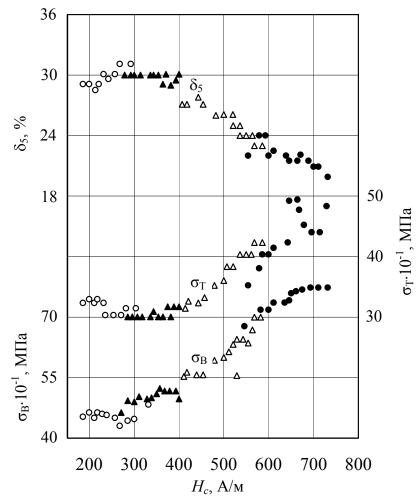


Рис. 1. Корреляция прочностных свойств и относительного удлинения сталей марок $10(\circ)$, 20 (\blacktriangle), 35 (Δ) и 45 (\bullet) с коэрцитивной силой [4].

Контроль качества отжига.

Контроль по коэрцитивной силе можно применять для контроля исходной структуры материала после отжига. В [6] сообщается об использовании этого метода на ряде подшипниковых заводов при контроле твердости и микроструктуры поковок и калиброванных прутков из сталей ШХ15 и ШХ15СГ.

По коэрцитивной силе контролируют качество отжига, смягчающего наклеп, и оценивают толщину наклепанных слоев [7].

Для определения очага загорания разработан метод, основанный на измерении коэрцитивной силы изделий из зоны пожара. Минимальная коэрцитивная сила контролируемого изделия свидетель-

ствует о том, что оно максимальное количество времени находилось в огне [4].

Контроль качества закалки и последующего отпуска.

Коэрцитивная сила может быть использована в качестве параметра для неразрушающего контроля качества термообработки изделий из конструкционных марок сталей только после закалки или после закалки и последующего низкотемпературного отпуска, являющихся основными видами термообработок, применяемых в машиностроении. Незакаленное состояние от закаленного можно отличить по величине коэрцитивной силы для всех конструкционных сталей. При этом надежность контроля качества закалки доэвтектоидных сталей не хуже, чем при контроле по твердости [4].

Методы коэрцитиметрии успешно решают задачи контроля твердости изделий после закалки и низкотемпературного (100–300 °C) отпуска средне- и высокоуглеродистых, а также легированных марок сталей [3, 4]. Такому отпуску после закалки подвергаются измерительный и режущий инструмент, детали подшипников качения, пружины и другие детали. Однако контроль среднетемпературного и высокотемпературного отпуска закаленных деталей из конструкционных сталей невозможен из-за неоднозначности связи коэрцитивной силой с температурой отпуска в этих областях.

Контроль глубины и твердости упрочненных слоев.

Широко применяется метод коэрцитиметрии и для контроля глубины и твердости упрочненных слоев на поверхности деталей [8]. Возможность контроля глубины слоя основана на различии коэрцитивной силы поверхностного слоя и сердцевины.

Для контроля толщины поверхностно упрочненного слоя электромагнит измерительного прибора должен перемагничивать не только поверхностный слой, но и часть сердцевины изделия. Тогда изменение толщины упрочненного слоя приводит к изменению общего магнитного потока "электромагнит – контролируемое изделие" как при намагничивании, так и при перемагничивании, и, следовательно, к изменению показаний прибора.

Для контроля твердости поверхностно упрочненного слоя магнитный поток должен проникать только в поверхностный слой.

Разная глубина проникновения магнитного потока в изделие достигается использованием сердечников электромагнитов разной площади.

Контроль напряженно-деформированного состояния.

Напряженно-деформированное состояние деталей является их важной эксплуатационной характеристикой, так как при превышении определенного уровня напряжения могут привести к деформации и разрушению таких ответственных конструкций, как пролеты мостов, перекрытия зданий, стрелы и тросы подъемных механизмов и многих других, а также к заклиниванию вращающихся частей электрических машин. Значительные одноосные механические напряжения возникают и в изделиях протяженной формы при их термической обработке.

В основе контроля по коэрцитивной силе действующих в стальных конструкциях одноосных напряжений лежит магнитострикционная связь между приложенным напряжением и смещением доменных границ.

В области упругих напряжений наибольшей чувствительностью к растягивающим напряжениям обладает коэрцитивная сила, измеренная перпендикулярно к направлению приложения нагрузки. При этом с ростом растягивающих нагрузок коэрцитивная сила, измеренная в данном направлении, падает.

Напряжения сжатия вызывают наибольшие изменения коэрцитивной силы, измеренной вдоль направления приложения нагрузки. С увеличением сжимающей нагрузки коэрцитивная сила вдоль этого направления растет.

Поэтому одноосные напряжения растяжения контролируют по величине коэрцитивной силы, измеренной перпендикулярно направлению растяжения, а одноосные напряжения сжатия – по величине коэрцитивной силы, измеренной вдоль направления сжатия [9].

Коэрцитиметры

При контроле по коэрцитивной силе измеряется напряженность магнитного поля, необходимая для размагничивания предварительно намагниченного до технического насыщения изделия или локального участка изделия [10, 11].

Намагничивание и размагничивание может осуществляться как в замкнутой, так и в разомкнутой магнитной цепи медленно изменяющимся или импульсным магнитным полем.

Определение нулевого магнитного момента изделия или локальной области изделия осуществляется магнитометрическим или индукционным способом [12]. Ввиду того, что при определении коэрцитивной силы необходимо измерять малые величины магнитного момента или напряженности магнитного поля, магнитометрический способ требует применения высокочувствительных преобразователей (датчиков Холла, феррозондов). При индукционном способе измерения коэрцитивная сила определяется по нулевому уровню сигнала измерительной катушки, которая перемещается относительно контролируемого изделия, или с помощью вибрационных магнитометров.

В [13] коэрцитивная сила измеряется посредством импульсного намагничивания контролируемого участка изделия, последующего его размагничивания и определения напряженности размагничивающего поля, необходимого для снижения остаточной намагниченности до нуля. Определение нулевого значения остаточной намагниченности локального участка изделия проводится по нормальной составляющей вектора напряженности магнитного поля рассеяния.

Основными мешающими факторами при контроле по коэрцитивной силе являются изменения зазора между контролируемым изделием и преобразователем и скорость уменьшения намагничивающего тока, что требует принятия специальных мер для снижения их влияния [10].

Для реализации метода разрабатывают коэрцитиметры с преобразователями проходного типа (намагничивание и размагничива-

ние внутри соленоида) или накладного типа (намагничивание и размагничивание с помощью накладного П-образного преобразователя) с ферромагнитным сердечником.

Наиболее известным коэрцитиметром с проходным преобразователем является "Коэрцимат 1.095" фирмы "Институт д-ра Ф. Ферстера" (ФРГ). В этом приборе намагничивание контролируемого изделия осуществляется при помещении последнего внутрь соленоида. В качестве измерителей магнитного поля рассеяния от изделия использовались феррозонды, ориентированные перпендикулярно силовым линиям размагничивающего поля соленоида. Соленоид и феррозонды защищены от воздействия магнитного поля Земли и других внешних помех магнитомягким экраном. Прибор позволяет измерять коэрцитивную силу в диапазоне 1,6 – 105 А/м с погрешностью не более 1 %. Однако данный прибор невозможно применять при контроле крупногабаритных изделий.

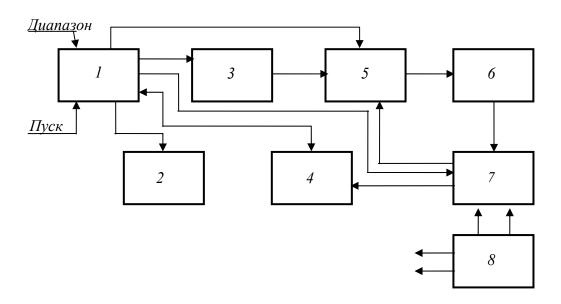
Физические основы метода и первый коэрцитиметр КИФМ с приставным электромагнитом были разработаны в Институте физики металлов Уральского отделения Академии наук России (г. Екатеринбург). Принцип действия коэрцитиметра КИФМ основан на намагничивании и перемагничивании изделия с помощью приставного Побразного электромагнита и измерении тока перемагничивания в момент равенства нулю магнитного потока. Размагниченное состояние определяется по отсутствию магнитного потока, что фиксируется рамочным феррозондом, встроенным в перемычку П-образного электромагнита.

В настоящее время имеется довольно большая номенклатура выпускаемых мелкими партиями приборов с преобразователями как проходного, так накладного типа. Поставщиками коэрцитиметров с приставным преобразователем является Институт физики металлов (г. Екатеринбург, Россия), НПФ «Специальные научные разработки» (г. Харьков, Украина) в содружестве с ЗАО «НИИН МНПО «Спектр» (г. Москва) и другие.

С целью импортозамещения и выхода на рынок стран СНГ в лаборатории магнитных методов контроля государственного научного учреждения «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси» разработана базовая модель цифрового коэрцитиметра с накладным преобразователем – коэрцитиметр Института прикладной физики (КИПФ-1) [14].

Процесс "намагничивание – перемагничивание – измерение" коэрцитиметра КИПФ-1 автоматизирован. Для устранения влияния магнитной предыстории намагничивание осуществляется импульсами разной полярности. Магнитный поток измеряется феррозондом, совмещенным с электромагнитом. Градуировка коэрцитиметра КИПФ-1 проводится по стандартным образцам с известной коэрцитивной силой, так что индикация результатов измерения осуществляется в единицах напряженности магнитного поля – А/м.

На рис. 2 изображена структурная схема коэрцитиметра КИПФ-1.



1 – блок управления, 2 – блок индикации, 3 – блок намагничивания, 4 – аналого-цифровой преобразователь, 5 – преобразователь, 6 – блок обработки сигнала, 7 – блок размагничивания, 8 – блок питания.

Рис. 2. Структурная схема коэрцитиметра КИПФ-1

Коэрцитиметр КИПФ-1 работает следующим образом. При нажатии кнопки «ПУСК» из блока 1 управления подаются соответствующие сигналы в блок 3 намагничивания и блок 7 размагничивания, блок 2 индикации и в аналого-цифровой преобразователь 4. При этом запускается блок 3 намагничивания, гаснет табло индикации результатов измерения. Блок 3 генерирует импульсы тока намагничивания, которые, проходя через обмотку приставного электромагнита, расположенного в преобразователе, намагничивают контролируемое изделие. Намагничивание осуществляется импульсами разной полярности для устранения влияния магнитной предыстории.

После прохождения импульсов намагничивания блок 1 управления подключает питание к обмотке подмагничивания феррозонда, расположенного в преобразователе 5, и отключает блок 3 намагничивания. Выходной сигнал измерительной обмотки феррозонда поступает на блок 6 обработки сигнала, где он усиливается и детектируется, а затем поступает на блок 7 размагничивания. Блок 7 размагничивания обеспечивает медленное нарастание размагничивающего тока и автоматическое поддержание величины этого тока, обеспечивающее размагниченное состояние контролируемого изделия. Сигнал, пропорциональный величине тока размагничивания, поступает на аналого-цифровой преобразователь 4 и затем через блок 1 управления на блок 2 индикации, где производится индикация результата измерения.

Общий вид коэрцитиметра КИП-1 представлен на рис. 3. Коэрцитиметр состоит из электронного блока и накладного преобразователя.

Градуировка и поверка КИПФ-1 проводятся по комплекту стандартных образцов коэрцитивной силы по намагниченности (СОКС-1), разработанных и аттестованных в Уральском научно-исследовательском институте метрологии (г. Екатеринбург). Это позволяет представлять результаты измерения непосредственно в единицах измерения H_c .



Рис. 3. Общий вид коэрцитиметра КИПФ-1

Коэрцитиметры КИПФ-1 прошли государственные приемочные испытания и внесены в государственный реестр средств измерений Республики Беларусь (№ РБ 0320176402) и России (№ 25988-034) и имеют сертификаты РБ № 2328 и России № 16443.

Замена прямых измерений механических свойств массово изготавливаемых изделий неразрушающим методом с помощью коэрцитиметра КИПФ-1 позволяет экономить металл, повысить производительность труда при контроле, гарантировать качество изделий.

Коэрцитиметры КИПФ-1 успешно эксплуатируются на ПО БелАЗ для разбраковки деталей машиностроения и на Магнитогорском и Ашинском металлургических комбинатах (Россия) для выходного контроля.

Высокий уровень научной и инженерно-технической проработки делает КИПФ-1 конкурентоспособным на рынке стран СНГ.

Производство приборов осуществляется Республиканским научно-производственным унитарным предприятием «ДИАТЕХ» по заявкам предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Янус Р.И. Магнитная дефектоскопия. М. Л.: ОГИЗ, 1946. 171 с.
- 2. Мельгуй М.А. Магнитный контроль механических свойств сталей. Минск: Наука и техника, 1980. 184 с
- 3. Михеев М.Н., Горкунов Э.С. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля. М.: Наука, 1993. 252 с.
- 4. Бида Г.В., Ничипурук А.П. Коэрцитиметрия в неразрушающем контроле. Дефектоскопия, 2000, № 10, с. 3–27.
- 5. Бида В.Г., Горкунов Э.С., Шевнин В.М. Магнитный контроль механических свойств проката. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 252 с.
- 6. Кузнецов И.А., Михеев М.Н. Магнитные и электрические свойства хромистых сталей в зависимости от структуры и механических свойств. В кн.: Труды Института физики металлов. Вып. 21, Свердловск, 1959, с. 228-252.
- 7. Михеев М.Н., Морозова В.М., Поморцева Л.В. Магнитные и электрические свойства отожженной и деформированной стали 20. Физика металлов и металловедение, 1963, т. XV, вып. 3, с. 343-346.
- 8. Кузнецов И.А. О применение коэрцитиметров при контроле толщины поверхностного закаленного слоя. Дефектоскопия, 1979, № 2, с. 5-8
- 9. Захаров В.А., Боровкова М.А., Комаров В.А., Мужицкий В.Ф. Влияние внешних напряжений на коэрцитивную силу углеродистых сталей. Дефектоскопия, 1992, № 1, с. 41-46
- 10. Испытания магнитных материалов и систем / Е.В. Комаров [и др.]; под ред. А.Я. Шихина. М.: Энергоатомиздат, 1984. 376 с.
- 11. Неразрушающий контроль: в 5-ти кн. Кн. 3: Электромагнитный контроль: Практ. пособие / В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, В.В. Сухоруков; под ред. В.В. Сухорукова. М.: Высшая школа, 1992. 312 с.
- 12. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева Т. 6: В 3 кн. Кн. 1: Магнитные методы контроля. / В.В. Клюев, В.Ф. Мужицкий, Э.С. Горкунов, В.Е. Щербинин. Кн. 2: Оптический контроль. / В.Н. Филинов, А.А. Кеткович, М.В. Филинов. Кн. 3: Радиоволновой контроль. / В.И. Матвеев. М.: Машиностроение, 2004. 832 с.
- 13. Прудвиблох И.А., Мартынюк–Лотоцкий Р.Е., Корсаков В.В. О разработке приборов для локального измерения коэрцитивной силы. В кн.: Современные физ. методы неразрушающего контроля. М.: МДНТП, 1984. С. 96–98.
- 14. Матюк В.Ф., Мельгуй М.А., Кратиров В.Б., Делендик М.Н., Осипов А.А., Кулагин В.Н. Новый прибор для измерения коэрцитивной силы. В кн.: Материалы международной научно-технической конференции «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов». Могилев. 2004. С. 122-123.

УДК 620.179.14

КОНТРОЛЬ УСИЛИЙ В СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КОЭРЦИТИМЕТРОМ КИПФ-1

А.Е. Мойсейчик

Многочисленные элементы машин, сооружений и объектов различного назначения изготавливается из сталей, представляющих собой поликристаллические ферромагнитные материалы. В процессе их изготовления происходят структурные и фазовые превращения, приводящие к изменению физических и механических свойств материала. Связь между комплексом физических свойств (магнитных и др.), с одной стороны, и кристаллографической структурой, начальной дефектностью и ее изменением в процессе эксплуатационных нагружений и воздействий, уровнем и характером напряжений, механическими и другими характеристиками материала, с другой стороны, лежит в основе неразрушающего контроля таких изделий. Наиболее интенсивно развивающимися в настоящее время являются магнитные методы, базирующиеся на исследовании структуры материала (структуроскопия), вследствие их высокой информативности и чувствительности к различного рода изменениям ее вследствие механических и прочих воздействий.

Одной из актуальных задач магнитной структуроскопии является оценка напряжений и усилий в изделиях из конструкционных сталей. В качестве информативных магнитных параметров в окрестности точки контроля механического усилия, чувствительных к изменению состояния структурных составляющих при деформировании материала, можно использовать различные магнитные характеристики: начальную и максимальную магнитные проницаемости, остаточную магнитную индукцию, коэрцитивную силу, эффект Баркгаузена [1] и другие[2,3]. Наибольшее применение в неразрушающем контроле структуры и механических свойств феромагнитных материалов получила коэрцитивная сила[3]. Такое ее использование обусловлено высокой чувствительностью соответствующих методов к изменению структуры и химического состава ферромагнитного материала, про-

стота измерений в производственных условиях. Важно при этом иметь в виду, что выделенные магнитные характеристики взаимосвязаны с целой гаммой физико-химических и структурных свойств материала (характеристики деформированного состояния материала, предел текучести, предел прочности, твердость, химический состав, наличие термообработки, наличие закаленного и других слоев и др.).

В элементах конструкций из стали, как правило[4], действительное напряженное состояние весьма сложное и определяется особенностями производства стального проката и его последующего передела в процессе изготовления конструкции. В зависимости от происхождения напряжения в окрестности точки контроля разделяют на четыре вида[4]: основные (от расчетных нагрузок и воздействий), дополнительные (от неучтенных в расчетной модели факторов), местные (от местных нагрузок и воздействий, изменений формы элемента и т.д. искажающих форму основного силового потока) и начальные (внутренне уравновешенные от действия сварки, иных местных тепловых и других источников, технологических воздействий). Кроме этого, нужно иметь в виду, что в современных стальных конструкциях возникают не только упругие деформации, но и развиваются пластические деформации как в ненарушенных сечениях, так и на участках с конструктивно-технологическими и эксплуатационными дефектами. Изложенное показывает, что при восстановлении напряженнодеформированного состояния в окрестности точки контроля по данным измерений конкретной магнитной характеристики очень важно представлять какой вид напряжений и на какой стадии деформирования стали исследуется и опираться на достоверные зависимости между напряженно-деформированным состоянием (НДС) и измеряемой магнитной характеристикой. При современном уровне знаний зависимости между характеристиками (НДС и магнитными) являются корреляционными И базируются на экспериментальных ных[1,5,6]. Такие корреляционные (градуировочные) зависимости обычно получают на небольших образцах, НДС которых существенно отличаются от напряжений и деформаций в элементах реальных конструкций. Поэтому при использовании корреляционных зависимостей, полученных на небольших образцах, магнитные характеристики, измеряемые при неразрушающем контроле, могут рассматриваться

лишь как индикаторные параметры НДС в исследуемой точке. Более достоверные корреляционные зависимости можно получить на крупноразмерных образцах исследуемых изделий.

Целью настоящей работы является выявление возможностей неразрушающего контроля усилий в растянутых стержневых стальных элементах при работе материала конструкций в различных стадиях (упругой, упругопластической, самоупрочнения) посредством измерения коэрцитивной силы при помощи коэрцитиметра КИПФ-1 конструкции Института прикладной физики НАН Беларуси и преобразователя в виде приставного электромагнита с феррозондовой индикацией магнитного потока и экспериментальное исследование зависимости коэрцитивной силы от действующих усилий при простейших видах напряженно-деформированного состояния на крупноразмерных стальных образцах и на натурных изделиях из малоуглеродистых сталей.

Для установления корреляционных зависимостей в настоящей работе испытания проводили на крупноразмерных образцах из листовой малоуглеродистой стали СтЗсп, арматурной стали (арматура S400). Нагружение образцов производилось растягивающим усилием до их разрушения на машине P-100 с записью индикаторной диаграммы и параллельным измерением коэрцитивной силы коэрцитиметром КИПФ-1.

В составе экспериментальной стержневой конструкции посредством испытательного стенда и конструктивного исполнения его узлов (рис.1) создавались в элементах центрально растягивающие (в тяжах) и сжимающие (в распорке) усилия. Нагружение стержневой конструкции в испытательном стенде производилось в пределах упругой работы материала тяжей и распорок гидравлическим домкратом с контролем создаваемого усилия в диапазоне 0-1000кН по аттестованному манометру. Нагружение в обоих случаях велось ступенчато. Контролируемым показателем являлось усилие нагружения конструкции. Контролируемый показатель фиксировался системой измерения давления в цилиндре нагружающего домкрата с использованием образцового манометра. Дополнительно фиксировались усилия (по заранее полученной на образцах корреляционной зависимости «коэрцитивная сила – усилие») в растянутых и сжатых элементах из-

мерительным коэрцитиметром КИПФ-1. На образцах и элементах конструкций преобразователь устанавливался при измерениях вдоль



Рис. 1 - Вид стержневой конструкции в составе стенда

действующего усилия, а в тяже и распорке траверс – в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Данные испытаний приведены в таблице 1 и на рис. 2, 3. Из рис. 2 следует, что резкие (иногда скачкообразные) изменения коэрцитивной силы происходят при напряжениях, указанных в таблице 1. При растяжении образцов (рис. 2, табл. 1) можно выделить 4-5 участков изменения коэрцитивной силы. До предела пропорциональности (1-й участок) корреляционная зависимость близка к прямой.

Таблица 1- Критические точки корреляционных зависимостей на рис. 2

Характеристика	Напряжения, при которых произошли изменения коэрцитивной силы			
образца	1-й участок	2-й участок	3-й участок	4-й участок
Лист, сечением	0-76МПа	76-218МПа	218-305МПа	305-370МПа
5,75х79,8мм	(0-35ĸH)	(35-100кН)	(100-140кН)	(140-170кН)
Арматурный стержень (S500, Ø25мм, прод. р.)	0-102МПа (0-50кН)	102-204МПа (50-100кН)	204-612МПа (100-300кН)	612-673МПа (300-330кН)
Арматурный стержень (S500, Ø25мм, поп. р.)	0-102МПа (0-50кН)	102-204МПа (50-100кН)	204-612МПа (100-300кН)	612-673МПа (300-330кН)
Арматурный стержень (S500, Ø12мм, прод. р.)	0-88МПа (0-10кН)	88-176МПа (10-20кН)	176-528МПа (20-60кН)	528-660МПа (60-75кН)

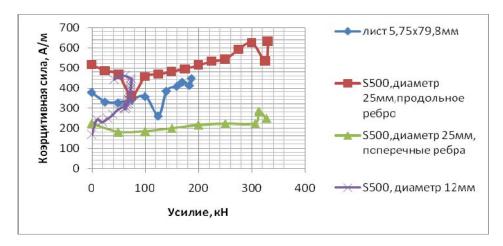


Рис. 2 - Зависимость коэрцитивной силы от величины растягивающей нагрузки в образцах из листового металла и арматуры \$500

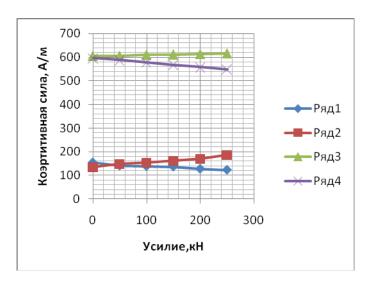


Рис. 3 - Зависимость коэрцитивной силы от величины нагрузки:

- 1 в тяже в направлении усилия; 2 в тяже поперек усилия;
- 3 в распорке вдоль усилия; 4 в распорке поперек усилия

На 2-м участке (от предела пропорциональности до площадки текучести) происходит изменение функциональной зависимости, наклона касательной к графику, иногда скачкообразное. На стадии самоупрочнения стали крупноразмерных образцов зависимость приближается к прямолинейной. При достижении временного сопротивления на кривой появляется скачок. Наиболее надежными являются измерения коэрцитивной силы на стадиях деформирования, которые характеризуются отсутствием общей текучести в материале (упругая работа, стадия самоупрочнения). Измерения коэрцитивной силы в элементах траверсы показывают, что искомая зависимость является линейной при упругой работе материала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1. Полученные данные показывают, что коэрцитивная сила является информативным параметром для оценки усилий, напряжений, деформаций в стальных элементах конструкций. При этом простота измерения коэрцитивной силы в производственных условиях позволяет использовать ее для оценки технического состояния элементов конструкций в лабораторных и производственных условиях. Изменение величины коэрцитивной силы в материале образцов и элементов конструкций зависит от стадии работы материала и вида усилия. Эту зависимость в упругой стадии можно рассматривать как прямолинейную, убывающую при растяжении и возрастающую при сжатии. В стадии самоупрочнения материала образцов зависимость может также рассматриваться как прямолинейная, возрастающая при растяжении образца. На стадиях образования в растягиваемых образцах площадки текучести и шейки на кривых образуются скачкообразные изменения величины коэрцитивной силы.
- 2. Коэрцитиметр КИПФ-1 конструкции Института прикладной физики НАН Беларуси можно применять для измерений усилий в стальных центрально растянутых (сжатых) элементах при упругой стадии работы материала. Для использования его при непрерывном накоплении пластических деформаций необходима его модернизация с целью снижения продолжительности процесса перемагничивания и формирования показания прибора примерно на порядок.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Венгринович В.Л. Магнитошумовая структуроскопия.- Мн.: Наука и техника, 1991.-285 с.
- 2. Неразрушающий контроль и диагностика/Справочник под ред. В.В. Клюева, М: Машиностроение.- 1995.- 487 с.
- 3. Неразрушающие испытания. Справочник. Кн.2; п.р. Р. Мак-Мейстера. М.-Л.: Энергия, 1965.-492 с.
- 4. Металлические конструкции. В 3т. Т.1. Элементы стальных конструкций/ В.В. Горев [и др.]; под ред. В.В. Горева.-М.: Высшая школа, 1997.-527 с.
- 5. Мельгуй М.А. Магнитный контроль механических свойств сталей. Минск: Наука и техника, 1980. 184 с.
- 6. Михеев М.Н., Горкунов Э.С. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля. М.:Наука, 1993. -250 с.

Применение магнитной структуроскопии прокатных валков для управления качеством проката

Л.А. Крутикова

В работе рассматриваются возможности применения магнитной структуроскопии для оценки состояния прокатных валков под влиянием условий эксплуатации. Работа проводилась на листовых станах. Использование магнитной структуроскопии для контроля состояния формообразующего инструмента в трубном производстве ожидается более эффективным, чем в листовой прокатке.

По оценкам крупнейших аналитических агентств мировая черная металлургия находится под давлением избыточных мощностей. От 10 до 20 % действующих предприятий обречены на ликвидацию. Поэтому снижение затрат на производство стали – ключевая проблема повышения конкурентоспособности. В калькуляции себестоимости листа затраты на валки колеблются от 0,5 до 1 % при квалифицированной эксплуатации подобного изделия, и от 2 до 3 % в тех случаях, если правила эксплуатации валков основаны только на опыте, интуиции персонала, а оптимизация эксплуатации валков проводится методом проб и ошибок.

Два основных фактора определяют, каким будет коэффициент расхода валков на тонну проката – правильный выбор поставщика и правильная эксплуатация.

Правильная эксплуатация представляет собой узел инженерных и организационных проблем – хорошее вальцешлифовальное оборудование, соблюдение технологии шлифовки валка, подогрев валка перед завалкой, грамотный расчет кампании валка, удачная профилировка, обоснованный маршрут перемещения валка из клети в клеть, диагностика остаточного ресурса валка, правильная оценка последствий нештатных ситуаций.

Выбор поставщика по эффективности не уступает организации правильной эксплуатации валков.

Арсенал металлургов для решения вышеперечисленных задач на большинстве заводов не менялся десятилетиями. Входной контроль валков выполняется по контролю твёрдости, а в случае частых

разрушений валков в процессе прокатки используют ультразвуковой контроль для поисков внутренних дефектов.

Магнитная структуроскопия позволяет увидеть в валке исходное состояние микроструктуры и напряжений, а также отследить изменения этих характеристик в процессе эксплуатации. Измеряя распределение значений магнитной характеристики на поверхности катания валка, мы получаем комплексный показатель качества, который дает объективную оценку состояния валка и позволяет прогнозировать его остаточный ресурс.

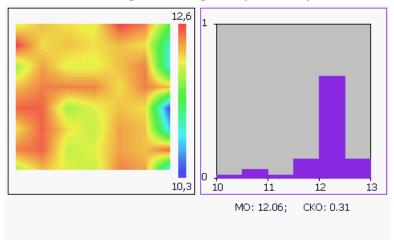
Пока что лучшими средствами исследования состояния валков являются двухполюсные коэрцитиметры с возможностью обработки результатов в процессе измерений. Два полюса позволяют определить направление действия наибольших напряжений в изделии, а карманный персональный компьютер, в котором обрабатываются результаты измерений, позволяет обнаружить аномалию в металлическом изделии, оценить её опасность и, в случае необходимости, подробно исследовать аномальную зону с меньшим, чем обычно, шагом.

При измерении магнитных свойств (коэрцитивной силы, КС) поверхности катания бочки валка обычно получаем псевдоцветовую магнитограмму развёртки поверхности катания и гистограмму распределения коэрцитивной силы. Псевдоцветовая магнитограмма строится таким образом, что участки с минимальной коэрцитивной силой закрашиваются синим цветом, с максимальной КС – красным. Красные участки соответствуют наибольшим прочностным свойствам или накопленным напряжениям. Гистограмма даёт количественную оценку состояния изделия, что позволяет делить валки на группы от годного без ограничений до исчерпавшего ресурс.

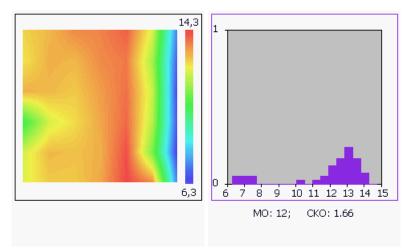
Ниже приведены псевдоцветовые магнитограммы рабочего слоя пары рабочих валков листопрокатного стана в развёртке. Магнитограммы для этой пары выполнены в режиме автоматического выбора шкалы представления результатов – от минимального до максимального значения КС.

Магнитограммы выглядят похожими, но среднее квадратиче-

ское отклонение КС показывает, что валок № 168 значительно хуже валка № 158 и склонен к неравномерному износу.



Восстановленный валок № 158ви годный без ограничений



Восстановленный валок № 168ви **годный к использованию в облегчённых условиях**

Рис. 1. Сравнение магнитограмм и гистограмм рабочих валков стана холодной прокатки после восстановительного ремонта.

Можно ли получить такие сведения о состоянии валка, используя традиционное измерение твердости поверхности?

На рисунках 2 и 3 представлено изменение распределений значений твердости по Шору поверхности катания опорного валка и распределения значений коэрцитивной силы поверхности катания этого же опорного валка в зависимости от объема прокатанной продукции. При рассмотрении этих результатов надо иметь в виду, что коэрци-

тивная сила определяется не буквально на поверхности. Глубина промагничивания рабочего слоя валка межу полюсами коэрцитиметра достигает 20 мм. Твердость же характеризует только поверхностный слой бочки валка. Сравнение этих двух рисунков показывает, что твердость поверхности является малоинформативной характеристикой и не может дать такой исчерпывающей картины внутреннего состояния валка, как магнитный метод.

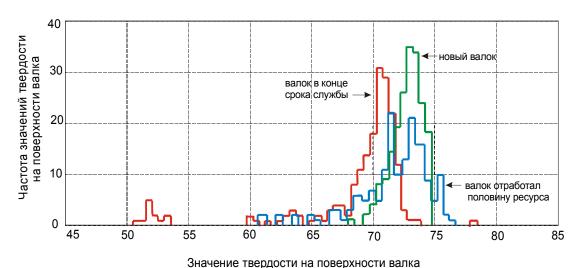
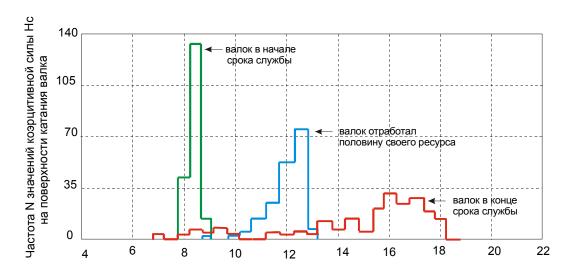


Рис. 2. Изменение распределения значений твёрдости по Шору поверхности катания опорного валка (Сталь 75 ХМФ) в зависимости от объема прокатанной продукции (эксплуатационного ресурса)



Коэрцитивная сила рабочего слоя опорного валка, Нс (А/см)

Рис.3. Изменение распределения значений коэрцитивной силы поверхности катания опорного валка (Сталь 75 ХМФ) в зависимости от объема прокатанной продукции (эксплуатационного ресурса)

Оценочные критерии четко очерчены и хорошо выражены. Так, коэрцитивная сила металла поверхности катания стального опорного валка от начала эксплуатации до полного исчерпания его ресурса увеличивается почти вдвое, см. рис. 3. Такое изменение информационного параметра при простоте и дешевизне реализации контроля позволяет коэрцитиметрии сразу же с начала ее применения результативно решать задачи повышения эффективности эксплуатации прокатных валков и при этом оказаться вне конкуренции среди других возможных методов решения подобных задач в настоящее время.

Среди производителей валков этим методом пользуется Магнитогорский завод прокатных валков. База данных МЗП по влиянию технологических факторов на качество готовой продукции лучшая в отрасли. Богатый опыт применения магнитной структуроскопии валков накоплен Северсталью. Трубные заводы до сих пор не интересовались магнитной структуроскопией валков, хотя эффект от применения метода может быть очень значительным.

Увеличение быстродействия исполнительных механизмов прокатных станов вызвало иллюзорное представление о том, что точностью прокатки можно управлять в процессе производства каждой единицы продукции. Попытки создания систем такого назначения на листовых станах нигде не привели к успеху, контролируются шумы от средств измерений, а попытки управлять шумами непродуктивны.

На рисунке 4 приведен пример набора прокатных валков листового стана одной из кампаний.

Это рабочие валки листового стана холодной прокатки перед завалкой. Если тот, который на слайде слева вверху, поставят в стан, он будет так быстро изнашиваться, что придётся делать неплановую перевалку. Его забыли термообработать в процессе восстановления.

Предполагаю, что неравномерность износа формообразующего инструмента на трубопрокатных станах имеет более серьёзные последствия, чем на листовых, что вынуждает трубопрокатчиков пользоваться более широкими допусками по разнотолщинности и нести убытки от прокатки в плюсовых допусках.

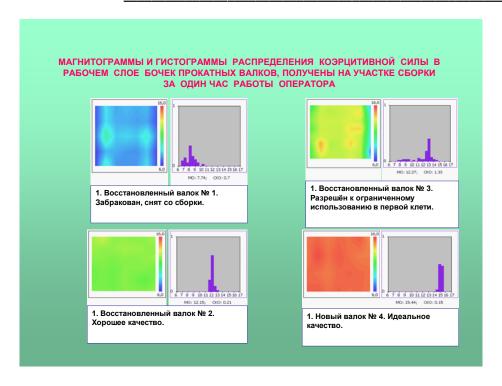


Рис. 4. Магнитограммы валков листового стана в одной цветовой шкале.

База данных магнитограмм прокатных валков листовых станов показывает, как выглядят результаты ошибок эксплуатации валков.

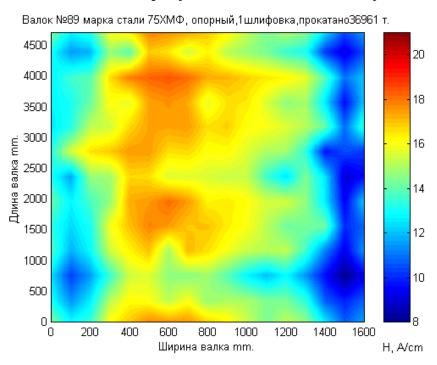


Рис. 5. Валок со скосами по краям бочки, центр перегружен, в зоне перехода от скоса к рабочей поверхности – резкий перепад напряжений. Практика показывает, что в переходной зоне появятся выкрошки.

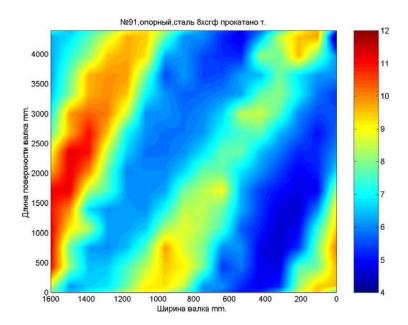
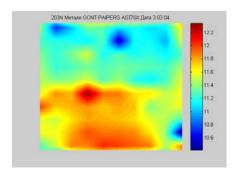


Рис. 6. Опорный валок, который был окован порванной полосой. После перешлифовки видимых повреждений не осталось, но магнитный контроль показывает, что валок не готов к эксплуатации.



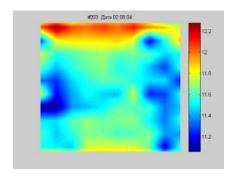


Рис. 7. Пара валков с выраженной овальностью. Дальнейший мониторинг показал, что при перешлифовках овальность сохраняется.

Формообразующий инструмент трубопрокатных станов должен иметь свои особенности, отличные от особенностей валков листовых станов, однако существуют общие принципы. Если подбор инструмента для каждой кампании осуществлять с применением магнитной структуроскопии, можно избежать неравномерного износа, пятнистости, ошибок профилировки, а также сделать продолжительность кампании более точно прогнозируемой.

Белорусские заводы имеют шанс стать пионерами в применении магнитной структуроскопии на сортовых и трубных станах.

В работе использованы материалы ОАО «НЛМК» и ОАО «Северсталь», представленные на выставках, конференциях и опубликованные в открытой печати.

Особенности радиографического контроля при контроле труб малого диаметра рентгеновскими аппаратами постоянного потенциала

Н.М. Шалыт

Преимущество аппаратов постоянного потенциала перед импульсными аппаратами при просвечивании труб большого диаметра очевидно, поэтому в данной работе сравниваются аппараты при работе на трубах малых диаметров.





Рис. 1

Работа проводилась в двух подразделениях ОАО «Газпром»: в Новосибирском ЛПУ, на Крановом узле газопровода Омск-Новосибирск, 646.2 км (рис. 1) и в ООО «Газпром трансгаз С-Петербург», на ГРС «Шоссейная» (рис. 2)

Для сравнения использовались самый маленький аппарат постоянного потенциала – «РПД-150» и импульсные рентгеновские ап-

параты «Арина-3» и «Арина-5».

1-й объект: Участок контроля: "Импульсная линия подключения аккумулятора газа и обвязки кранового узла. Сварное соединение: стыковое, труба, Ø 14 мм, толщина 4 мм. Пленка AGFA F8 + RCF экраны.

Режимы:

«РПД-150», U=100 кВ; I=1,5 мА; t =15 секунд; f = 500 мм; (Снимок 6).

«Арина-3», 250 имп.; f = 500 мм; доза – 20 мР; по паспорту частота импульсов для «Арины-3» - от 12 до 15 Гц, т.е., время экспозиции составило: 17 - 21 секунд. (Снимок 7).

Следует учитывать, что:

- 1. Напряжение на «РПД» снижено до100 кВ для получения более высокого качества снимка.
- 2. Напряжение на «Арине» максимальное (по паспорту 150-200 кВ) и не регулируется.

Как видно из приведенных ниже рентгенограмм (рис.3), качество снимка, полученное на аппарате «РПД», - выше.



Рис. 3. Снимок 7 – Арина-3, снимок 6 – РПД-150

ГазпромТрансгазСПб, ГРС «Шоссейная»:

2 объект: сварное соединение стыковое, труба, диаметр 14 мм, толщина 2 мм. Пленка AGFA D7(Pb).

Режимы:

РПД-150: U = 130 кВ, I = 1,15 мА, t = 60 c, f = 520 мм

Арина-3: t = 60 с, f = 520 мм

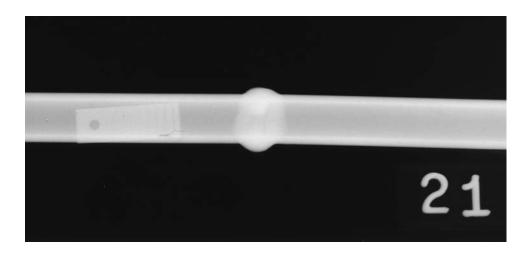


Рис. 4. «Арина-3». Плотность почернения на шве D = 0,75

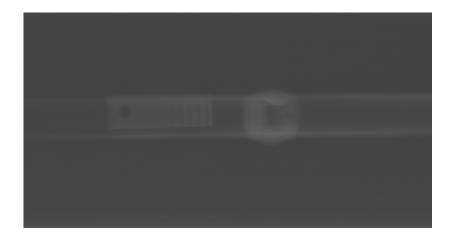


Рис. 5. «РПД -150». Плотность почернения на шве D = 3,10

При равном времени экспозиции снимок, сделанный с помощью «Арины» (рис.4), - не досвечен (D=0,75), а с помощью «РПД» (рис. 5) –

пересвечен (D=3,1).

Для получения плотности почернения 3,1 время экспозиции при работе с «Ариной-3» пришлось бы увеличить более чем в 3 раза для этой толщины металла.

После искусственного осветления темного рис. 5 видно, что качество снимка, полученного на «РПД-150», и в этом случае выше (рис. 6).

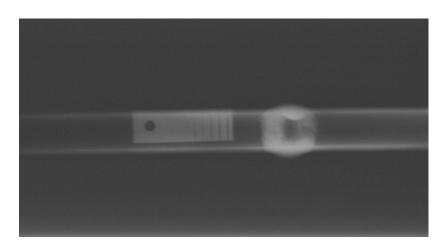


Рис. 6. 3 - й объект: Т-образное соединение Ф 14 мм, толщ. стенки 2 мм. Пленка AGFA D7(Pb).

Режимы:

Арина-5: t = 80 c, f = 520 мм. Рентгенограмма - рис. 7

РПД-150: U = 110 кВ, I = 1,35 мА, t = 75 c, f = 520 мм. Рентгенограмма – рис. 8

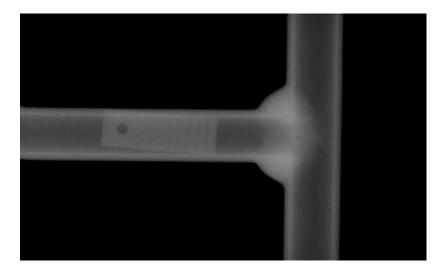


Рис. 7. «Арина – 5». Пора почти не различима, t = 140 с

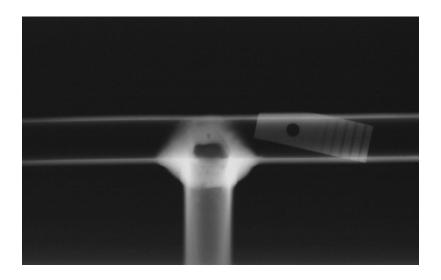


Рис. 8. «РПД-150». Пора хорошо видна, t = 75 c

Из сравнения снимков видно, что при равной плотности почернения D=2 на основном металле время экспозиции для «РПД-150» примерно в 2 раза. Качество снимка, полученного с помощью «РПД-150», значительно выше.

4-й объект: Сварное соединение: стыковое, труба, диаметр 57 мм, толщина 4,6 мм. Пленка AGFA D7(Pb).

Pежимы: «Арина-3»: t = 60 c, f = 520 мм. Рентгенограмма – puc. 11

«РПД-150»: U= 130 кВ, I = 1,15 мА, t = 60 c, f = 520 мм. Рентгенограмма – рис. 12



Рис. 10

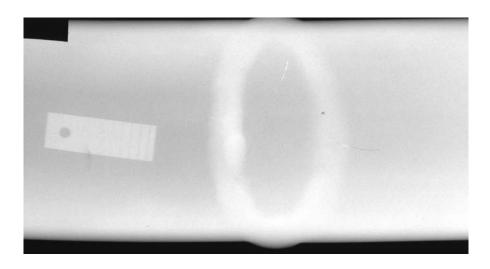


Рис.11. «Арина-3»



Рис. 12. «РПД-150»

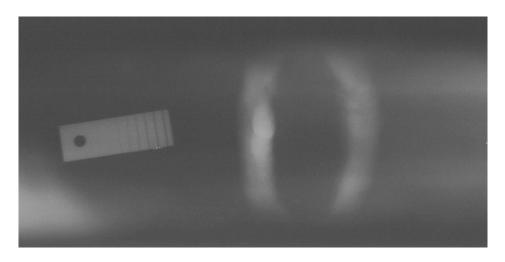


Рис. 12 после осветления

Преимуществом импульсный аппаратов прежде считались малые габаритные размеры и вес. Однако применение новых технических решений позволяет минимизировать размеры современных аппаратов постоянного потенциала.

Вес излучателя: «РПД-150» – 4,9 кг; «Арина – 3» – 5,7 кг, «Арина-5» - 6 кг.

Размер фокусного пятна: «РПД-150» – 0,8мм; «Арина – 3», «Арина-5» - 2,5 мм.

Из вышеизложенного ясно, что использование аппарата постоянного потенциала

«РПД-150» вместо аппарата «Арина-3», «Арина-5» (и любого другого импульсного аппарата) позволяет:

- снизить радиационную нагрузку на персонал за счет регулировки анодного напряжения до оптимальных значений для конкретной толщины материала;
 - уменьшить время экспозиции в 2-3 раза;
 - повысить выявляемость дефектов;
- увеличить срок службы рентгеновского аппарата не только за счет снижения времени экспозиции, но и за счет большего ресурса самой рентгеновской трубки (средний ресурс трубки импульсного аппарата 50 -70 часов, в то время как для трубки «РПД-150» этот ресурс 600-800 часов).

Аудит Органа по сертификации персонала «БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством»

В.С. Ползикова Руководитель ОСП «БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством»

В период с 15 по 18 июня 2010 г. прошел ежегодный аудит органа по сертификации профессиональной компетентности персонала в области неразрушающего контроля (НК) «БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством» представителями нотифицированного Органа по сертификации персонала Словацкого института сварки (VUZ –PI SR) с целью проверки правильности функционирования органа по сертификации персонала в области НК, соответствия требованиям стандарта ИСО/МЭК 17024 «Оценка соответствия. Общие требования к органам, осуществляющим сертификацию персонала».

Эксперты-аудиторы Словацкого ОСП в рамках ежегодных аудитов (2007 – 2010 г.г.) ОСП ознакомились также с деятельностью учебных центров, проводящими предэкзаменационную подготовку специалистов для целей сертификации, в соответствии с руководством и программам, приведенными, соответственно, в СЕN ISO/TR 25108:2006 «Контроль неразрушающий. Руководство для организаций, занимающихся подготовкой персонала неразрушающего контроля» и СЕN ISO/TR 25107:2006 «Контроль неразрушающий. Руководство по программам подготовки в области неразрушающего контроля».

При проведении аудита сотрудники ОСП «БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством» и специалисты Учебных центров показали свою высокую компетентность, продемонстрировав поддержание системы менеджмента качества в соответствии с требованиями ИСО/МЭК 17024, высокий уровень организации работ в эк-

заменационном центре и учебных центрах по подготовке специалистов для целей сертификации.

По положительным результатам аудита, Орган по сертификации «БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством» получил подтверждение Словацкого органа по сертификации на право продолжения проведения работ в качестве экзаменационного центра, а учебные центры (таблица 1) на право проведения работ по подготовке специалистов для целей сертификации на территории стран Европейского Сообщества.

Таблица 1

Nº n/n	Наименование учебного центра	Метод НК, уровень ква- лификации	№ Свидетель- ства, срок дей- ствия
1	Учебный центр неразрушаю- щего контроля ЗАО «БМЦ»	UT 2 UT-T 2 MT2	№ 1003, до 31.12.2011г.
2	Учебный центр УП «Белгазпромдиагностика»	VT 2, 3 UT 2, 3 UT-T 2, 3 ET 2, 3 MT2, 3	№ 1004, до 31.12.2011г.
3	Учебно-методический центр «Обеспечение качества контроля» ОАО «Трест Белпромналадка» Центральная строительная лаборатория	RT 2, 3 VT 2	№ 1005, до 31.12.2011г.
4	Научно-методический центр неразрушающего контроля ГНУ «Институт прикладной физики НАН Б»	PT 2, 3	№ 1006, до 31.12.2011г.

Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Диатех»

(тел. 2840686, факс 2841740, E-mail: diatech@iaph.bas-net.by)

Предлагаем продукцию собственного производства:

1. Коэрцитиметр КИПФ-1 с приставным электромагнитом.



Предназначен для неразрушающего контроля качества термообработки, структуры и механических свойств изделий по установленным корреляционным связям между измеряемой величиной коэрцитивной силы и контролируемыми параметрами

Технические характеристики:

Диапазон измерения коэрцитивной силы, А/м: 100 – 5000.

Относительная погрешность (не более), %: 5. Время измерения, c: 12.

Габаритные размеры, мм: 385 x 265 x 140.

Масса, кг: преобразователя 1,5; прибора 9.

2. Анализатор импульсный магнитный ИМА-4М



Предназначен для неразрушающего контроля механических свойств (твердость, предел прочности, предел текучести, относительное удлинение при разрыве) и микроструктуры (балл зерна) стальных изделий по заранее установленным корреляционным зависимостям

Технические характеристики:

Диапазоны измерения:

твердости, ед. HRB: 30-100; предела текучести, МПа: 250 – 750; предала прочности, МПа: 250 – 850; относительного удлинения, %: 2 – 50. Толщина контролируемого изделия, мм: 0,15 – 4,0

3. Анализатор импульсный магнитный многопараметровый ИМА-М



Предназначен для неразрушающего контроля твердости стальных изделий после объемной закалки, низкого, среднего и высокого отпуска по заранее установленным корреляционным зависимостям

Технические характеристики:

Диапазон измерения градиента поля, к $A/м^2$: 1 – 250.

Относительная погрешность измерения, %: 5. Время одного измерения, с: 30.

Габаритные размеры, мм:

электронного блока 480 x 360 x 170

преобразователя 56 х 56 х 165.

Масса, кг:

электронного блока 16; преобразователя 0,6

Разработчик – Государственное научное учреждение «Институт прикладной физики НАН Беларуси»

(тел. 2841855, факс 2841794, e-mail: matyuk@iaph.bas-net.by)

Научно-методический Центр по капиллярному и тепловому методам неразрушающего контроля

В Институте прикладной физики Национальной Академии наук Беларуси работает научно-методический Центр, направление деятельности которого – организация и проведение научно-практических семинаров по методам неразрушающего контроля с целью последующей сертификации на 2-й и 3-й уровни компетентности в соответствии с требованиями СТБ ЕН 473-2005.

Научно-практические семинары проводят ведущие в стране специалисты по капиллярному и тепловому методам контроля, доктора и кандидаты наук, имеющие большой опыт работы. В ближайшее время планируется организация научно-практических семинаров для подготовки специалистов по вибродиагностике и контролю напряженнодеформированного состояния.

Слушатели обеспечиваются новейшей учебной и методической литературой, образцами, национальными и европейскими стандартами, в том числе специальными учебными пособиями.

Пособие по капиллярному методу контроля предназначено для подготовки специалистов, работающих в области капиллярной дефектоскопии к сдаче сертификационных экзаменов на I, II и III уровни квалификации. Пособие полезно для студентов техникумов и высших технических учебных заведений по специальности «Неразрушающие методы контроля и техническая диагностика». В нем изложены физические основы капиллярного неразрушающего контроля, технология, технические средства и практические приемы их реализации. Описана процедура и основные положения сертификации по трехуровневой европейской системе квалификации персонала, дан словарь терминов и 225 контрольных вопросов.

Специалисты, прошедшие подготовку в рамках научнопрактического семинара по 40 часовой программе по капиллярному или визуально-оптическому методам контроля и по 80 часовой программе по тепловому методу контроля, допускаются к сдаче квалификационного экзамена на 2-й и 3-й уровни компетентности в Органе по сертификации профессиональной компетентности персонала в области неразрушающего контроля.



Программа обучения для сертификации специалистов по тепловому неразрушающему контролю 80 часовой подготовки включает рассмотрение физических основ метода теплового контроля, элементов теории оптико-электронных приборов и практику применения теплового контроля – аппаратуру и технологию теплового контроля, а также вопросы метрологического обеспечения и стандартизации. Институт прикладной физики НАН Беларуси является единственной в РБ организацией, в которой проводится подготовка специалистов по тепловому методу контроля с целью последующей сдачи ими экзамена на 2-й уровень квалификации (совместно с Институтом тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси). Имеется все необходимое оборудование для проведения практических работ по тепловому методу контроля (тепловизоры, контактные цифровые термометры, пирометры, приборы для измерения теплофизических характеристик материалов).

При подготовке участники семинаров используют разработанные и изготавливаемые для потребителей промышленных предприятий страны в ИПФ НАН Беларуси контрольные образцы для капиллярной дефектоскопии, которые предназначены для проверки качества дефектоскопических наборов при люминесцентной и цветной дефектоскопии. В процессе подготовки также используются дефектоскопические материалы в аэрозольных газовых баллончиках: люминесцентный дефектоскопический набор ЛЖТ и цветной набор «Пион». Организация-изготовитель – ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси».

Институт готов включиться в решение проблем Вашего предприятия по диагностированию технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах. Кроме этого, институт готов осуществлять разработку методических документов по ТД и прогнозированию остаточного ресурса этих объектов, а также проектировать, изготавливать и монтировать диагностическую аппаратуру, в том числе, системы непрерывного мониторинга состояния опасных объектов.

Заявки направлять по адресу:

220072 г. Минск,

ул. Академическая, 16

Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси,

И.В. Стойчевой

Тел. (факс) (017) 284-21-84

VI-я Международная научно-техническая конференция «ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА»

15-17 февраля 2011 года

Москва, гостиничный комплекс «Измайлово»



РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ И ТЕХ-НИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ (РОНКТД)

РОССИЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СВАРОЧНОЕ ОБЩЕСТВО (РНТСО)

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ТК-132 ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ РФ

НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ СОЮЗ «УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ, ПРО-МЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ» (НПС «РИСКОМ»)

САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕР-СТВО «МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ПРО-МЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ» (СРО НП «МЕЖРЕГИОН ПБ»)

000 «ЭНЕРГОДИАГНОСТИКА»

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Дубов Анатолий Александрович - д.т.н., профессор, Председатель Оргкомитета, Председатель комиссии контроля качества сварки РНТСО, Председатель координационного совета ТК-132 «Контроль НДС и ресурс»

Стеклов Олег Иванович - д.т.н., профессор, Президент РНТСО

Герд Добманн - доктор наук, Зам. директора института НК (IZFP), Германия, Председатель V комиссии по контролю качества сварки международного института сварки

Углов Александр Леонидович - д.т.н., Ответственный секретарь ТК-132

Горицкий Виктор Михайлович - д.т.н., профессор, Заведующий отделом ЦНИИПСК им. Мельникова

Мозговой Александр Всеволодович - Вице-президент Украинского общества неразрушающего контроля

Лещенко Виктор Викторович - Председатель правления НПС «РИСКОМ»

Каплунов Виталий Михайлович - Генеральный директор СРО НП «МЕЖРЕГИОН ПБ»

Анджей Радишевский - Директор фирмы «Resurs», Польша

Янь Дзякуй, Чжань Южень - Ассоциация содействия научнотехническому прогрессу Китая при Китайском национальном обществе машиностроителей

Кузьменко Анна Анатольевна - Секретарь конференции

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Итоги развития метода магнитной памяти металла (МПМ) в России и других странах.

Опыт использования метода магнитной памяти металла при контроле и оценке ресурса газонефтепроводов, оборудования энергетики, нефтехимии, железнодорожного транспорта и других отраслей промышленности.

Критерии предельного состояния металла при оценке остаточного ресурса. Контроль напряженно-деформированного состояния оборудования и конструкций.

Контроль качества изделий машиностроения по структурной неоднородности и остаточным напряжениям.

Новые стандарты России и международные стандарты в области технической диагностики. Опыт РНТСО в области стандартизации через международный институт сварки.

Подготовка специалистов по методу МПМ и в области контроля напряженно-деформированного состояния и технической диагностики в НОАП НК 000 «Энергодиагностика».

Опыт и перспективы развития бесконтактного магнитометрического контроля газонефтепроводов и трубопроводов теплосети, расположенных под слоем грунта и в труднодоступных каналах.

Опыт НПС «РИСКОМ» в разработке нормативной документации в области промышленной безопасности управления рисками и мониторинга оборудования.

Опыт работы научно-технического совета СРО НП «Межрегион ПБ».

ПОРЯДОК ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗАЯВОК И ДОКЛАДОВ

Заявку на участие в конференции и тезисы докладов по теме конференции необходимо представить до 31 декабря 2010 года.

Объём тезисов доклада – не более двух страниц формата А4 (межстрочный интервал 1.5). Тезисы необходимо переслать по факсу, почте или е-mail. В заявке требуется указать количество участников конференции (для бронирования гостиницы). Гостиничный комплекс «Измайлово» предоставляет, в основном, двухместные номера, одноместные номера – по предварительному заказу.

Участники конференции получат материалы конференции и другую информацию, посвященную методу магнитной памяти металла и приборам контроля.

Тезисы докладов будут представлены на русском и английском языках. Для иностранных участников будет предоставлен русско-английский переводчик.

Регистрационный взнос за одного участника, включающий орграсходы, стоимость материалов конференции, аренды конференцзала, обедов, банкета, составляет 15000 рублей.

Регистрационный взнос следует перечислить до 01 февраля 2011 года.

Адреса и контактные телефоны оргкомитета:

000 «Энергодиагностика»:

143965 г. Реутов, Московская обл., Юбилейный проспект, д.8, офис XII, а/я 36

Телефон/факс: (498) 6502523, (498) 6616135, (498) 6619281.

http://www.energodiagnostika.ru E-mail: mail@energodiagnostika.ru.

Крутикова Людмила Афанасьевна

генеральный директор ООО «ИнтроТест», Москва.

Адрес: 109012 Москва, а/я 75

Тел.: +7 495 798 4273; +8 961 601 1631

e-mail: krutikova@rk.ru; krutikova.l@yandex.ru



Кулагин Валерий Николаевич

Республиканское научно-производственное унитарное предприятие « ДИАТЕХ», директор



Матюк Владимир Федорович

Доктор технических наук Институт прикладной физики НАН Беларуси, заведующий лабораторией Тел. (017) 284-18-55,

e-mail: matyuk@iaph.bas-net.by



Мойсейчик А.Е.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Ползикова В.С.

Руководитель ОСП «БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством

Шалыт Надежда Максимовна

Директор по продажам ЗАО «Синтез НДТ» С-Петербург, тел. (812) 448 18 49,

e-mail: ns@ndt.net.ru

Правила для авторов

Белорусского электронного журнала "Наука", серия

Неразрушающий контроль и диагностика

Для публикации оригинальной статьи авторы должны представить в редакцию следующие материалы:

- 1. Авторское заявление с указанием контактной информации (в электронном и бумажном виде).
- 2. Направление от организации, в которой выполнялась работа (в бумажном виде на бланке организации). Направление не требуется, если работа выполнялась за рубежом.
- 3. Файл с текстом статьи в формате WinWord, а также в бумажном виде или в электронном в формате pdf. Если одновременно с русским текстом статьи по желанию авторов публикуется ее английский перевод, он представляется отдельно.
- 4. Файлы в формате WinWord с текстом аннотации на русском и английском языках. Перевод на английский язык осуществляется авторами. Каждая аннотация, кроме собственно текста, должна включать в себя заглавие статьи, фамилии и инициалы авторов, также на русском и английском языках.
- 5. Файл в формате WinWord, в котором следует указать информацию для Авторского указателя:
- на русском языке сведения об авторах (фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень, звание, должность, место работы, телефон, факс, адрес электронной почты и другая контактная информация по усмотрению автора);
- на английском языке транслитерацию фамилий и имен авторов, а также название учреждений, где выполнялась работа.
- 6. Фотографии авторов в электронном виде для размещения в Авторском указателе. Фамилия автора должна входить в имя файла с фотографией.

Бумажные версии документов могут быть представлены в редакцию любым из следующих способов:

- отправлены по факсу редакции: (+375 17) 284-17-40;
- присланы обычной почтой или переданы непосредственно по адресу: 220072, г. Минск, ул. Академическая, 16, Государственное предприятие «Диатех», редакция журнала БЭЖ «Наука».

Электронные версии документов должны быть присланы в редакцию по электронной почте на адрес *info@science.by*.

К публикации в журнале «Неразрушающий контроль и диагностика» принимаются статьи, прошедшие рецензирование. Поступившая в редакцию рукопись направляется по выбору редакции на отзыв специалисту в данной области исследований. Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала на основании экспертных оценок рецензентов с учетом соответствия представленных материалов тематической направленности журнала, их научной значимости и актуальности. Рукопись, получившая отрицательные отзывы двух независимых рецензентов, решением редколлегии отклоняется.

Статьи должны быть написаны на русском (или английском) языке, отредактированы и оформлены в соответствии с нижеследующими требованиями.

Основной текст статьи

Каждая статья должна представлять собой файл, содержащий текст, набранный в редакторе WinWord, шрифт Cambria, кегль 14 пунктов, 1 интервал. При отсутствии инсталлированного шрифта Cambria допустимо использовать шрифт Times New Roman. Должен быть включен режим автоматического переноса.

Перед текстом статьи отдельной строкой в левом верхнем углу обязательно должен быть приведен код универсальной десятичной классификации (УДК) тематики статьи (шрифт – кегль 12).

Статья начинается с заголовка, который пишется строчными буквами полужирным шрифтом размером 16 пунктов. Далее следует список авторов в формате «фамилия, инициалы», который пишется полужирным шрифтом 14 пунктов. Имена авторов разделяются запятыми.

Текст аннотации в виде абзаца с выравниванием по ширине с отступами 12,5 мм справа и слева шрифтом 12 пунктов.

Страницы статьи не должны быть пронумерованы. Поля на странице должны быть: левое и правое – по 25 мм, верхнее – 30 мм, нижнее – 32 мм.

Графические иллюстрации

Таблицы, иллюстрации и подписи к ним размещаются в тексте статьи при первом их упоминании. При этом следует избегать использования опции «обтекание текста».

Таблицы снабжаются тематическими заголовками и нумеруются арабскими цифрами в порядке их упоминания в тексте. Все графы в таблицах должны иметь заголовки. Сокращение слов в таблицах не допускается. Все аббревиатуры должны быть расшифрованы в сносках к таблице.

Графики и схемы должны выполняться с помощью CorelDraw 9. Использование графических средств Microsoft Office крайне нежелательно из-за частых искажений рисунков при верстке, преобразовании в pdf-формат и печати. Рисунки следует присылать в виде отдельных файлов с сохранением форматов, использованных для их создания. Недопустимо использовать при создании рисунков «волосяные» линии (1/4 пункта). Эти линии хорошо видны на экране монитора, но исчезают в печатной версии документа.

Фотографии представляются в виде отдельных файлов в форматах jpeg, tiff, bmp, png с разрешением 300-600 dpi.

Штриховые рисунки, выполненные от руки, должны быть отсканированы в режиме bitmap с разрешением не ниже 600 dpi и сохранены в формате tiff.

Формулы

Математические формулы набираются в WinWord встроенным редактором формул, в качестве которого в последних версиях WinWord используется упрощенный вариант редактора формул MathType. В случае недостаточности упрощенного варианта необходимо инсталлировать полную коммерческую версию MathType. Уравнения располагаются по центру строки и нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках в порядке их упоминания в тексте. Номера уравнений выравниваются по правому краю строки. Уравнения отделяются от текста сверху и снизу одной пустой строкой. При написании нескольких уравнений они также разделяются пустой строкой.

B HOMEPE

От редакции	3
Контроль структуры, механических свойств и напряженного состояния ферромагнитных изделий методом коэрцитиметрии Матюк В.Ф., Кулагин В.Н.	4
Контроль усилий в стальных элементах коэрцитиметром КИПФ-1 <i>Мойсейчик А.Е.</i>	15
Применение магнитной структуроскопии прокатных валков для управления качеством проката Крутикова Л.А.	21
Особенности радиографического контроля при контроле труб малого диаметра рентгеновскими аппаратами постоянного потенциала <i>Шалыт Н.М.</i>	28
Аудит Органа по сертификации персонала «БГИПК по стандартизации, метрологии и управлению качеством» Ползикова В.С.	35
Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Диатех»	37
Научно-методический Центр по капиллярному и тепловому методам неразрушающего контроля	39
VI-я Международная научно-техническая конференция «ДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА»	42
Авторский указатель	45
Правила для авторов	46