

КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА

*B.A. Шуман, И.И. Толмачев
г. Томск, Россия*

Приведен анализ физических основ метода магнитной памяти металла и оборудования, применяемого для контроля. Проанализирована повреждаемость поверхностей нагрева котлов и технологии применения метода магнитной памяти металла при контроле энергооборудования. Показана применимость и достоверность метода магнитной памяти металла при контроле труб паронагревателей паровых котлов.

Обеспечение надежности работы энергооборудования ТЭС с каждым годом становится все более важным, так как старение оборудования опережает ввод новых мощностей. Надежность энергооборудования невозможно обеспечить без развития методов и средств технической диагностики. Разработка и внедрение эффективных способов диагностики особенно актуальны для труб поверхностей нагрева энергетических котлов, повреждения которых являются причиной 60–70 % всех отказов энергооборудования.

Основными источниками разрушений труб поверхностей нагрева являются различные концентраторы напряжений. Именно в местах концентрации напряжений наиболее активно происходят процессы коррозии, ползучести и усталости металла.

На предприятиях энергетической отрасли, имеется различное оборудование, подлежащее техническому диагностированию. К таковым можно отнести технологические трубопроводы, резервуары, котельное оборудование.

Котельное оборудование, в частности трубы перегревателей подлежат оценке остаточного ресурса.

Методы неразрушающего контроля, которые широко применяются в энергетике и в других отраслях, не позволяют осуществлять раннюю диагностику труб, предрасположенных к повреждениям. Традиционные методы контроля направлены на поиск развитых дефектов, и использование этих методов является недостаточным для обеспечения надежности оборудования и безопасности обслуживающего персонала.

Метод магнитной памяти металла – метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации и анализе распределения СМПР, возникающих на изделиях и оборудовании в ЗКН и дефектов металла. При этом СМПР отображают необратимое изменение намагниченности в направлении действия максимальных напряжений от рабочих нагрузок, а также структурную и технологическую наследственность деталей и сварных соединений после их изготовления и охлаждения в слабом магнитном поле, как правило, в поле Земли. В методе МПМ используются естественная намагниченность и последействие, которое проявляется в виде магнитной памяти металла к фактическим деформациям и структурным изменениям в металле изделий и оборудования.

Метод магнитной памяти был разработан в Москве, головной разработчик предприятие «Энергодиагностика». Он активно внедряется в различные отрасли промышленности.

Традиционные методы не позволяют выявлять напряженно-деформированное состояние металла – основного источника развития дефектов.

Метод основан на использовании магнитоупругого и магнитомеханического эффектов, проявляющихся себя в условиях действия рабочих нагрузок в виде магнитной памяти металла.

Это второй после акустической эмиссии пассивный метод, при котором используется информация излучения конструкцией.

Магнитная память – это естественная намагниченность металла, сформировавшаяся в процессе эксплуатации. Она характеризуется собственным магнитным полем рассеяния (СМПР).

Метод МПМ основан на регистрации СМПР, которые и дают нам информацию о напряженно-деформированном состоянии металла.

Магнитная память возникает вследствие особенностей доменной структуры металла. Под действием механических напряжений домены переориентируются в пространстве и уже имеют определенное направление, отличное от первоначального. Вследствие этого в металле возникает слабое магнитное поле.

Для измерения этих полей используются приборы типа ИКН (Индикатор Концентрации Напряжений). А так же датчики, в основу которых заложены феррозондовые преобразователи. Спектр приборов достаточно велик. Самые приборы различаются в основном количеством каналов. Их может быть от 4-х до 16-ти. Соответственно и датчики так же бывают различной канальности. В основном это определено назначением датчика.

Работа посвящена проблеме оценки остаточного ресурса труб поверхностей нагрева. Как и другое оборудование, устанавливаемое на опасных производственных объектах, пароперегреватели нуждаются в продлении срока службы. По действующим методикам, принятым в Томскэнерго, при оценке остаточного ресурса металла труб пароперегревателей выполняются:

- анализ условий эксплуатации пароперегревателей (длительность эксплуатации, число пусков, вид топлива, количество отложений, температурный режим);
- визуальный осмотр;
- магнитный контроль;
- измерение толщины стенки трубы;
- исследование металла вырезок.

Магнитный контроль выполняется методом магнитной памяти металла.

Результатом контроля 2-й ступени пароперегревателя котла №7 Томской ГРЭС-2 методом магнитной памяти стало выявление двух труб, в сварных соединениях которых обнаружились резкие изменения напряженности магнитного поля по длине. Это трубы № 22 и № 50 (рис. 1 и 2).

Для проверки что именно вызвало данные скачки был проведен радиографический контроль исследуемых образцов (рис. 3 и 4).

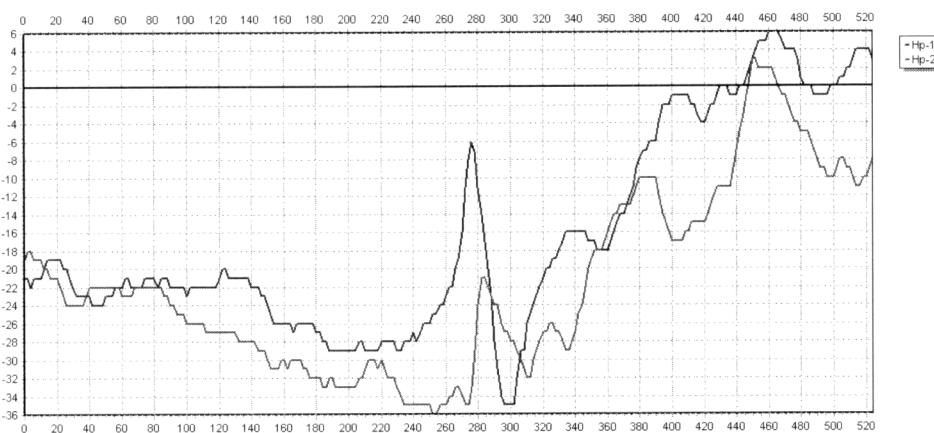


Рис. 1

При расшифровке снимков было установлено, что в стыках имеются дефекты. В трубе №22 обнаружен непровар корня шва длиной около 20 мм. В Трубе № 50 обна-

ружен подрез шва длиной около 20 мм. Кроме этого на обеих трубах несколько одиночных пор и скоплений пор. На 22 трубе обнаружен так же непровар между валиками.

Таком образом сделан вывод о том, что скачки напряженности магнитного поля на трубах №22 и №50 вызваны наличием непровара и подреза соответственно.

Не смотря на то, что сам метод и нормативно-техническая документация по нему были разработаны несколько лет назад до сих пор существуют разные мнения об использовании магнитной памяти. Производственники, а так же и научный персонал все ещё присматриваются к методу магнитной памяти. Одни люди хвалят этот метод, когда он показывает хороший результат, в других же случаях, когда результаты мягко говоря непонятные, начинают его ханить.

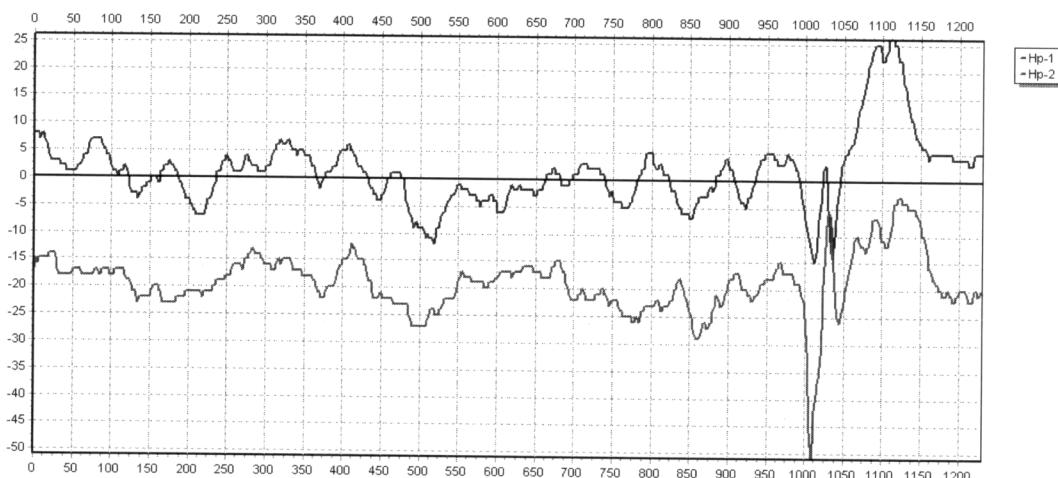


Рис. 2



Рис. 3

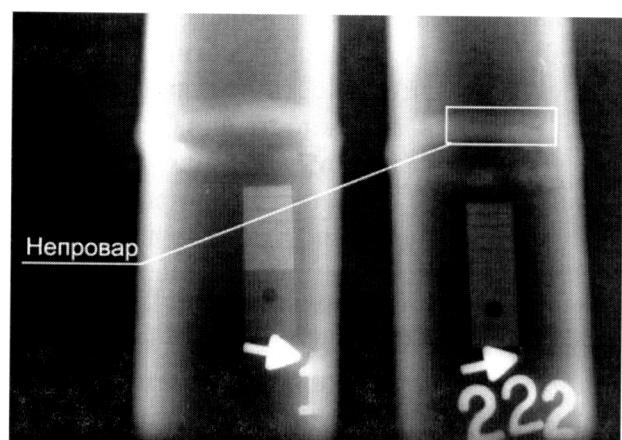


Рис. 4

В моей работе показано, что метод магнитной памяти довольно неплохо проявил себя при контроле поверхностей нагрева. Можно сказать, что этот метод можно применять на таких объектах. Необходимо разрабатывать отраслевые документы, регламентирующие контроль пароперегревателей с применением метода магнитной памяти. В своей работе я получил хороший результат, который позволяет сделать определенный вывод, но данная тема нуждается в дальнейшей разработке.

Неразрушающий контролем магнитной памяти позволяет осуществлять раннюю диагностику преддефектного состояния. А так же способен обнаружить уже существующие дефекты, что может быть использовано для уменьшения объемов контроля традиционными методами.

Список литературы

1. Дубов А.А., Дубов Ал.А., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти (ММП) металла и приборы контроля: учебное пособие. – М.: ЗАО «Тиско», 2003. – 320 с. – С. 3–4, 290–297.
2. Дубов А.А. Диагностика котельных труб с использованием магнитной памяти металла. – М.: Энергоатомиздат, 1995 – 112 с.: ил. – Стр. 3 – 65.

БАЗА ДАННЫХ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕЙ ДЛЯ МАГНИТНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

P.A. Сыциков, И.И. Толмачев

г. Томск, Россия

Проведен обзор магнитных характеристик сталей и влияние различных режимов термообработки на механические и магнитные характеристики. Приведены требования к базе данных магнитных характеристик сталей применительно к автоматизированному расчету режимов магнитопорошковой дефектоскопии.

В настоящее время в производстве широко применяют неразрушающий контроль (НК), позволяющий проверить качество продукции без нарушения её пригодности к использованию по назначению.

Существующие средства НК предназначены для: выявления дефектов типа нарушения сплошности материала изделий; оценки структуры материала изделий; контроля геометрических параметров изделий; оценки физико-химических свойств материала изделий.

Важнейшими характеристиками технических возможностей методов контроля являются: чувствительность и разрешающая способность метода, достоверности результатов контроля, надежность аппаратуры и простота технологического процесса контроля, производительность контроля, требования по технике безопасности и требования к квалификации специалистов по проведению контроля.

Одним из основных факторов, влияющих на выбор методов дефектоскопического контроля являются физические свойства материала изделий. Так, для применения магнитопорошкового метода материал должен быть ферромагнитным и однородным по магнитным свойствам структуры: не должно быть, например, аустенитных включений, резких переходов от одной структуры к другой, различающихся магнитными свойствами. Затем выбор способа намагничивания при МПК зависит от многих факторов в том числе и от магнитных свойств материала изделий.[1]

При термической обработке под воздействием различных температур происходит изменение внутреннего строения стали, в результате у изделий меняются магнитные свойства. Поэтому встает задача выяснения зависимости магнитных характеристик материала от режимов термообработки и сбора полученной информации в определенный банк данных. В известной справочной литературе имеется неполная информация по магнитным свойствам сталей и не имеется полных сведений для разных режимов термообработки.

В данной работе предлагается структура автоматизированной базы данных магнитных характеристик сталей для магнитной дефектоскопии (рис. 1).

Эта база данных представляет собой набор полей марок сталей, классов сталей, режимов термообработки – закалка и отпуск и магнитных характеристик сталей – коэрцитивная сила H_c , остаточная магнитная индукция B_r , поле насыщения $H_{\text{нас}}$. База данных планируется