

УДК 620.179.1

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Эркабаева Е.О., Швецов И.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Качан С.А.

Для контроля качества выполнения сварных соединений в энергетике широко используются различные методы как разрушающего, так и неразрушающего контроля. Выбор наиболее подходящего метода и обеспечение надежности сварных изделий являются актуальными задачами.

Подробное описание разных методов контроля основного металла и сварных соединений представлено во многих источниках, но на практике при выборе необходимых методов определяющее значение играют знания и опыт специалиста, осуществляющего контроль качества и разбирающегося в этих вопросах. При выполнении контроля обычно используют несколько методов, которые выбирают, учитывая многочисленные влияющие факторы.

Для того, чтобы облегчить выбор метода контроля, в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ), разработали методику, в которой задача выбора оформляется в виде таблиц [1]. В таблицы вносятся данные по влияющим факторам: толщина металла, вид дефекта, условия работы сварного изделия и прочее, и по степени заполнения таблиц получают информацию о соответствии того или иного метода контроля. При выборе метода неразрушающего контроля: рентгено- или гаммаграфия, ультразвуковая, цветовая (капиллярная) или вихретоковая диагностика, в числе прочего учитываются чувствительность метода, используемое оборудование, параметры контроля и другое.

Помимо задачи выбора наиболее подходящего метода контроля актуальной является задача разработки и освоения новых методов, которые помогут всесторонне оценивать состояние металла сварного шва и вследствие этого оптимизировать технологические приемы сварки и улучшить ее качество.

В основном методы неразрушающего контроля ориентированы на обнаружение нарушений сплошности и в следствие этого не могут гарантировать точную оценку качества сварки. Исходя из данных только такого контроля специалисту трудно определять происхождение дефектов в шве и тем самым совершенствовать технологию сварки.

В настоящее время успешно внедряется в промышленности и энергетике новый метод диагностики, базирующийся на использовании магнитной памяти металла (МПМ) [2, 3].

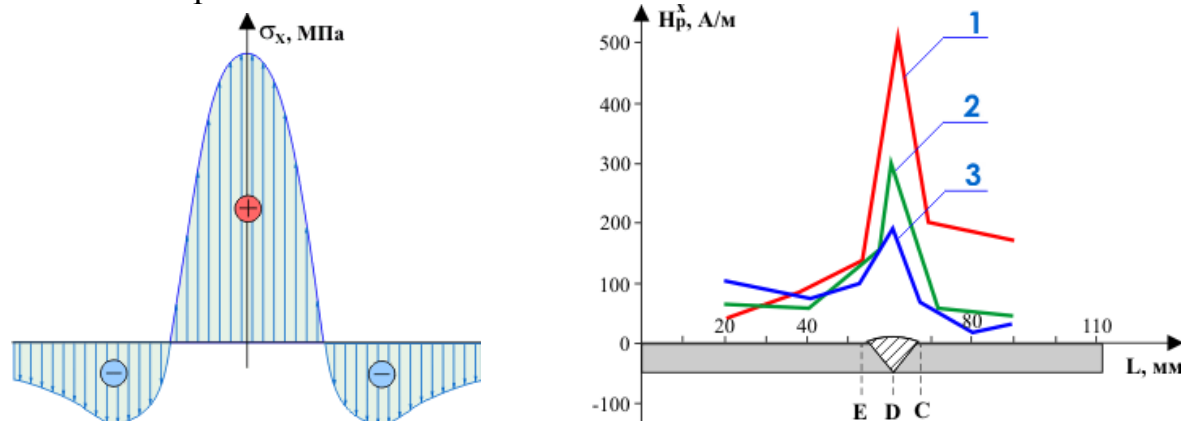
МПМ - метод неразрушающего контроля, разработанный предприятием «Энергодиагностика» (г. Москва, Российская Федерация), позволяющий регистрировать и анализировать магнитное поле рассеяния  $H_p$  на поверхности изделий и выявлять на этой основе места концентрации напряжений и дефектов структуры и, соответственно, причин зарождения и развития повреждений. Магнитная структура в сварных швах образуется в ходе затвердевания металла в магнитном поле Земли но при воздействии напряжений, которые имеют место

во время сварки. Регистрация поля рассеяния  $H_p$  позволяет выполнять комплексную оценку действительного состояния сварного соединения [3].

Контроль с использованием метода МПМ производится без зачистки металла и предварительного намагничивания и применим на образцах из различных марок сталей, в том числе аустенитных.

На рисунке 1,а представлен типовой вид остаточных напряжений в сварном шве, а на рисунке 1,б – вид поля рассеяния  $H_p^x$ , которое было записано с использованием метода МПМ [3].

Из анализа рисунка 1 видно сходство поля остаточных напряжений и магнитного поля рассеяния.



1, 2, 3 - разные сечения пластины

Рисунок 1. Вид остаточных напряжений в сварном шве (а) и вид поля рассеяния  $H_p^x$  (б) [3]

Послеоперационный контроль термообработки сварных швов, в большинстве случаев, производится на основе определения твердости металла. Это точечный контроль, который не может гарантировать отсутствие мест концентрации напряжений по сварному шву и в околошовной зоне.

В [3] проанализирована эффективность метода МПМ в ходе контроля качества термообработки сварного шва на участке трубы из стали марки 12Х1МФ. Термическая обработка производилась индукционным нагревом металла шва до  $700^{\circ}\text{C}$  при дальнейшем охлаждении на спокойном воздухе.

На рисунке 2 приведены диаграммы магнитного поля (магнитограммы), полученные в ходе регистрации поля рассеяния и показывающие состояние участка трубы вдали от места сварки (рисунок 2, а) и металла сварного соединения до (рисунок 2, б) и после термообработки (рисунок 2, в) соответственно [3].

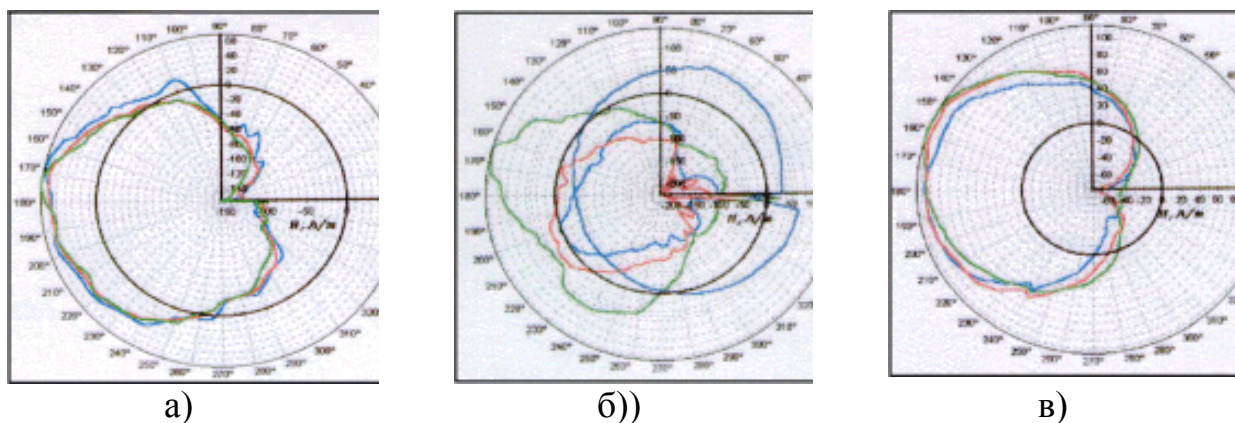


Рисунок 2. Магнитограммы состояния участка труб в удалении от сварного шва (а) и непосредственно сварного соединения до (б) и после (в) термообработки

Как видно из сравнения рисунков 2, б и 2, в, магнитограмма сварного соединения после термообработки схожа с магнитограммой на поверхности изделия вдали от места сварки, то есть в исходном состоянии трубы.

Из анализа этих данных следует, что в качестве сравнительного образца может использоваться магнитограмма, зарегистрированная по периметру трубы вдали от сварного шва, где отсутствует влияние сварки.

В заключение отметим, что помимо изложенного МПМ может помочь решить такие вопросы контроля качества сварки и обеспечения надежности сварных изделий как [3]:

повышение эффективности и надежности методов выявления зон концентрации напряжений, являющихся причинами зарождения и развития повреждений;

научное обоснование допустимых размеров дефектов с точки зрения их влияния на динамику разрушений;

контроль и повышение качества термической обработки сварных соединений и др.

Все вышеуказанное совершенствует сварочные технологии.

#### Литература

1. Лазарсон Э. В. Теория и методы решения многовариантных неформализованных задач выбора (с примерами из области сварки): монография. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 270 с.
2. Дубов А.А., Дубов Ал.А., Колокольников С.М. Метод магнитной памяти металла и приборы контроля. Учебное пособие. М.: Издательский дом «Спектр», 2012. 395 с.
3. Дубов А.А., Колокольников С.М. Проблемы контроля качества сварки и сварочных технологий и их решение на основе метода магнитной памяти металла // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.energodagnostika.ru/article-about-mmm-weld.html>.