

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ ИЗДЕЛИЯ ИЗ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ МАГНИТНОМ МЕТОДЕ КОНТРОЛЯ.

Уразманова З. Р

НГГТУ, магистрант, группы 118-22ТМ

Аннотация: *Магнитная дефектоскопия используется для выявления внутренних дефектов в изделиях. Детали, прошедшие технологический процесс обработки, подвергаются различным контрольным испытаниям, для выявления дефектов во время обработки и после, чтобы номинальный размер изделий не отличался от расчетных опытно-конструкторским бюро или тех.отделом производства. Данная работа была разработана с целью выявления связи между деформацией изделия, выполненного из углеродистой стали не менее 1% с проведением магнитного контроля над изделием.*

Ключевые слова: *магнитный контроль, магнетики, магнитострикционное напряжение, дислокация, магнитное поле, анизотропия.*

ВВЕДЕНИЕ

Магнитная дефектоскопия является одним из наиболее популярных и доступных методов обнаружения дефектов в ферромагнитных материалах (ГОСТ 19693-74¹) в Неразрушающем Контроле (НК). Дефекты, выявляемые магнитным методом, считаются: трещины, волосовины, неметаллические включения (подробная информация содержится в ГОСТ 21105-87²). Магнитные поля рассеяния вокруг изделий из ферромагнитных материалов (железо Fe, кобальт Co, никель Ni и редкоземельных металлах Gd, Tb, Dy, Ho, Er) после намагничивания являются основой для магнитного метода контроля.. В местах расположения дефектов наблюдается перераспределение магнитных потоков и формирование магнитных полей рассеяния. Для обнаружения магнитных потоков над дефектами используются различные методы. Более все распространённым способом магнитной дефектоскопии считается магнитопорошковый способ дефектоскопии (МПД). При использовании МПД, на намагниченную деталь наносят магнитный порошок или же магнитную суспензию, представляющая собой мелкодисперсную взвесь магнитных частиц в жидкости. Частицы порошка, оказавшиеся на участке действия магнитного рассеяния, притягиваются и оседают на поверхности вблизи месторасположения несплошностей. Осевшие частицы порошка, упавшие на участок несплошностей могут значительно превышать реальную ширину дефекта. Вследствие этого даже

¹ ГОСТ 19693-74- МАТЕРИАЛЫ МАГНИТНЫЕ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

² ГОСТ 21105-87- Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

мельчайшие трещины, образовавшиеся, на изучаемой поверхности могут быть обнаружены по осевшим частицам порошка невооруженным глазом. МПД относится к не измерительным методам неразрушающего контроля (НК). Он не имеет возможность определять глубину и ширину поверхностного дефекта, и глубину его залегания. Данный метод анализа включает в себя следующие операции: подготовка к контролю, намагничивание, нанесение дефектоскопического материала, осмотр поверхности и регистрация индикаторных рисунков, размагничивание.

Методология исследования. Наблюдать изменения механических свойств стали стало возможно лишь при этапах намагничивания или размагничивания (дегауссизация). Собственно, что позволяет нам воспользоваться эффектом магнитострикции, которое дает объяснение деформации ферромагнитных материалов. Они изменяют свои первоначальные линейные размеры в отношении к направлению силовых линий магнитного поля произведенного для необходимого намагничивания магнитопорошкового контроля. Это объясняется тем, что происходит перестройка доменной структуры магнетиков, которые, в конечном счете начинают расти из-за переориентации внешнего магнитного поля.

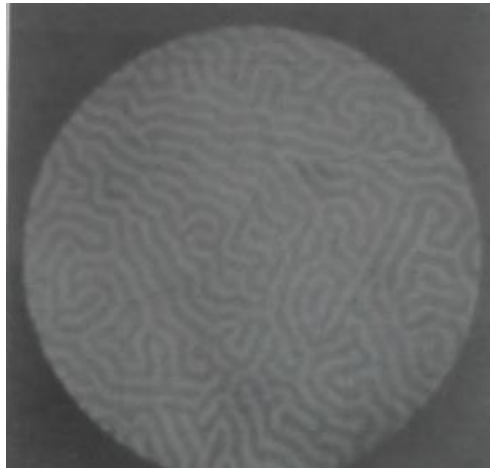


Рис. 1- Распределение доменов в тонкой ферромагнитной пленке.

Движение происходящие в доменных стенках являются разрушительными для структуры углеродистой стали, в частности разрушаются границы зерен, блоков и фрагментов. Сочленение блоков друг с другом происходит посредством дислокаций за счет давления магнитного поля. От чего следует, в теории, что одна из более 100 дислокаций заметным образом будет менять свое месторасположение, тем самым благотворно влиять любой вид деформации растяжения- сжатия. Данные о воздействии магнитного поля на дислокации можно подсчитать путем сравнения энергии приходящийся на один атом (3) и (4) ³. Для этого следует определить энергию краевой дислокации E_0 на единицу длины:

$$E_0 = \frac{Gb^2}{4\pi(1-\mu)} \ln \frac{l_d}{r_0} \quad (1)$$

³ Расчет был выведен из статьи: Энергетический анализ влияния магнитного поля на механические свойства стали. Полетаев В. А. , Потемкин Д.А.

$b = 10^{-10}$ м- вектор Брюгера,

μ - коэффициент Пуансона,

$I_d = 2r_3 = 10^{-5}$ м-длина дислокации (двойной радиус зерна),

$G = 10^{10}$ Н/м² модуль сдвига для углеродистой стали,

$r_0 = 5 \cdot 10^{-10}$ м размер ядра дислокации.

$E_0 = 0,33 \cdot 10^{-10}$ Дж/м.

Число атомов в ядре дислокации равно

$$N = \frac{I_d \pi r_0^2}{a^3} \quad (2)$$

при $a^3 = 7.5 \cdot 10^6$. Тогда энергия дислокации на один атом:

$$\frac{E_0 I_d}{N} = 0.4 \cdot 10^{-22} \text{ Дж/м}^3 \quad (3)$$

Магнитная энергия на один атом выявляется соотношением магнитной плотности на количество атомов:

$$\frac{W_0}{N} = \frac{10^6}{2 \cdot 10^{30}} = 0.5 \cdot 10^{-24} \text{ Дж/м}^3 \quad (4)$$

Что доказывает гипотезу о смене своего местоположения одной дислокации в структурном строение углеродистой стали, на которую было воздействовано внешнее магнитное поле для намагничивания рассматриваемого изделия. Так же большую роль в разрушении граничной структуры и переориентации дислокаций играет величина углового сдвига γ между решетками зерен (фрагментов, блоков). Можно провести прямую параллель между углом разориентирования γ и напряженностью магнитного поля H , воспользовавшись формулой (5):

$$H = k \gamma_0 G b \sqrt{\rho} \quad (5)$$

$k = 0.4$ коэффициент пропорциональности,

$\rho = 10^{12}$ средняя плотность дислокации.

Если $\gamma_0 = 15^\circ = 0,25$ рад., то $H = 0,1 \cdot 10^6$ А/м;

если $\gamma_0 = 1^\circ = 0,017$ рад., то $H = 0,6 \cdot 10^4$ А/м;

если $\gamma_0 = 0,1^\circ = 0,001$ рад., то $H = 0,4 \cdot 10^3$ А/м.

От выше проделанных действий можно сделать вывод, что влияния магнитного поля на механические свойства металла может быть полностью оправданным, как механизм размножения дислокаций под действием магнитного давления, производимого на участок намагничивания.

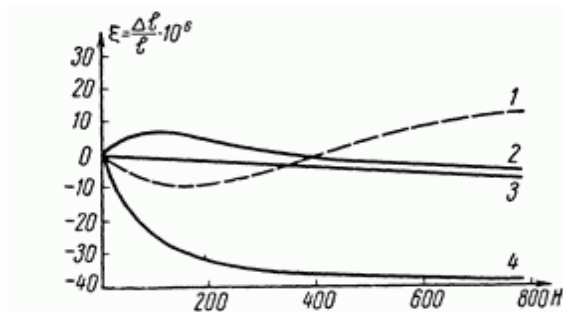


Рис 2. Зависимость магнитоэластичной деформации от напряженности поля (1-литой кобальт, 2-железо, 3-отожженный кобальт, 4-никель)

Заключение: таким образом показано, что изделия из ферромагнитного материала, подвержены магнитострикции, изменению своих начальных линейных размеров путем воздействия магнитной дефектоскопией при анализе на несплошность или внутреннюю неравномерность изделия. Линейные размеры у исследованного изделия из углеродистой стали не менее чем на 10^{-6} порядка были изменены от первоначальных номинальных размеров, представленных опытно-конструкторским бюро, при прохождении магнитопорошкового контроля.

Рекомендации. Чтобы уменьшить влияние магнитострикции, исследуемое изделие должно пройти обработку отжигом или реакцией при одноосном давлении, что способствует восстановлению свойств уплотнения металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вонсовский С.В. Магнетизм. – М.: Наука, 1984.
2. Толмачев И. И. Магнитные методы контроля и диагностики. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008-216 с.
3. Шелихов Г. С. Магнитопорошковая дефектоскопия в рисунках и фотографиях;- М:Диагностический научно-технический центр «Дефектоскопия», 2002-324 с.
4. Мишин Д.Д. Магнитные материалы: Учебное пособие для вузов. – М: Высш. Школа, 1991.