

**Н. В. Мартыненко**

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ ДЕФЕКТОВ В КРУПНОГАБАРИТНЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ДЕТАЛЯХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ**

*Рассматриваются методы неразрушающего контроля крупногабаритных ферромагнитных деталей и проводится анализ их применимости к определению глубины залегания подповерхностных дефектов*

**Ключевые слова:** дефект, неразрушающий контроль, феррозонд, поле рассеяния дефекта

### **1. Введение**

Данная работа посвящена вопросам проведения неразрушающего контроля крупногабаритных ферромагнитных цилиндрических деталей, к которым относят валки прокатных станов, оси колесных пар и др., в процессе их изготовления и проведения ремонтных работ.

### **2. Постановка проблемы**

При производстве осей колесных пар в черновых заготовках могут обнаруживаться дефекты литья, залегающие на различной глубине. Однако наиболее важным является выявление подповерхностных дефектов и определение глубины их залегания, так как этот параметр позволяет определить целесообразность проведения дальнейшей механической обработки.

Для валков прокатных станов характерен быстрый износ рабочей поверхности, возникновение сколов, и как следствие появление брака в прокате. Для восстановления геометрии рабочей поверхности валка производят проточку на глубину 10 – 20 мм с последующим наплавлением порошковой проволоки и шлифованием, перед которым важно определить наличие подповерхностных дефектов на границе наплавленного слоя и основного металла, их глубину, ширину раскрытия и направление распространения.

Следовательно, одной из основных задач неразрушающего контроля данного класса изделий является разработка автоматизированной системы выявления глубины залегания и ширины раскрытия подповерхностных дефектов с целью выполнения промежуточного контроля и оценки целесообразности проведения дальнейшей обработки изделия, что позволит сократить производственные затраты.

### **3. Анализ основных исследований и публикаций по данной проблеме**

Наиболее распространенными методами контроля крупногабаритных ферромагнитных цилиндрических деталей являются капиллярный, магнитопорошковый, вихрековый и ультразвуковой методы контроля.

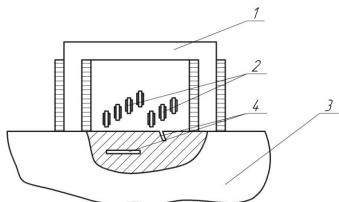
Капиллярный и магнитопорошковый методы используются для выявления поверхностных дефектов, не могут быть автоматизированы, а результаты контроля определяются субъективным восприятием дефектоскописта. Вихрековый и ультразвуковой методы контроля могут быть автоматизированы. Вихрековый метод используется для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов малой глубины (до 2 мм), что обусловлено влиянием магнитной проницаемости ферромагнитной детали, компенсацию которого сложно технически реализовать для крупногабаритных изделий. Классические ультразвуковые методы контроля не позволяют определить глубину залегания подповерхностных дефектов с использованием накладных преобразователей.

Так как перечисленные методы не являются достаточно эффективными для определения глубины залегания подповерхностных дефектов, то для решения этой задачи можно использовать феррозондовый метод контроля.

### **4. Результаты исследований**

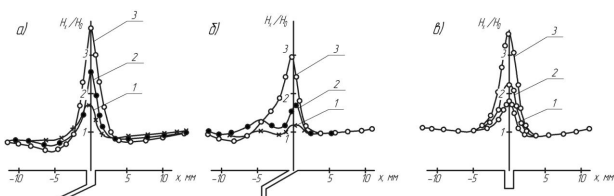
Феррозондовый метод контроля позволяет выявлять поверхностные и подповерхностные дефекты, измерять глубину их залегания и ширину раскрытия, и имеет возможность автоматизации. Для проведения контроля этим методом используется система, состоящая из источника зондирующего поля и магниточувствительного элемента (МЭ), представляющего собой матрицу, состоящую из датчиков Холла или феррозондов. Разработки последних лет, направленные на улучшение метрологических характеристик феррозондов [1], дали возможность создать феррозонды, обладающие большей чувствительностью и разрешающей способностью, чем датчики Холла. Поэтому для создания МЭ предлагается использовать феррозонды, расположенные на разной высоте от поверхности контроля (рис. 1). При формировании матрицы МЭ следует учитывать взаимное влияние феррозондов, а также влияние поверхности ферромагнитной детали, что приводит к появлению отличий параметров обмоток возбуждения датчиков

и к различному коэффициенту преобразования феррозондов в матрице. Для выравнивания характеристик феррозондов следует вносить коррективы в режим возбуждения и компенсации с учетом положения датчиков в матрице.

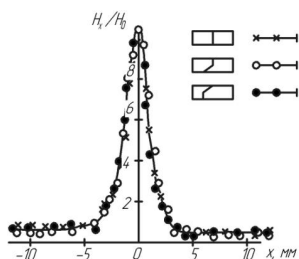


**Рис. 1.** Схема установки для определения глубины залегания подповерхностных дефектов: 1 – источник зондирующего поля, 2 – многоэлементный магниточувствительный элемент, 3 – объект контроля, 4 – дефекты

Как показано в работах [2, 3], конфигурация и величина поля рассеяния дефекта определяется глубиной его залегания, шириной раскрытия и направлением распространения. На рис. 2 приведена топография поля рассеяния для дефектов различной формы в слабых магнитных полях.



**Рис. 2.** Топография поля рассеяния дефектов ( $h=4$  мм, для 1 –  $2b=0,025$ , 2 –  $2b=0,08$ , 3 –  $2b=0,2$  мм) при напряженности поля на поверхности изделия: а), б) –  $H = 17000$  А/м, в) –  $H=1000$  А/м



**Рис. 3.** Зависимость  $H_x(x)$  для трех моделей дефектов ( $h = 4$  мм,  $2b = 0,2$  мм) в намагничивающем поле  $H = 1000$  А/м

Проведенный анализ полей рассеяния подповерхностных дефектов показывает, что в слабых магнитных полях картина поля рассеяния дефектов различной конфигурации близка к картине поля прямоугольного дефекта (рис. 3), с достаточной для практики точностью их можно рассматривать как дефекты прямоугольной формы. Анализируя сигналы от каждого из феррозондов в матрице, получаем топографию поля рассеяния, по характеру которой и определяются основные параметры дефекта.

## 5. Вывод

Таким образом, создание автоматизированной системы на основе магнитного метода контроля выявления подповерхностных дефектов и определения глубины их залегания позволит давать оценку целесообразности выполнения ремонтно-восстановительных работ и проведения механической обработки заготовок крупногабаритных ферромагнитных деталей, что значительно сократит производственные расходы.

## Литература

1. Мирошников, В.В. Феррозонд с повышенной помехоустойчивостью для многоэлементных датчиков [Текст] / В.В. Мирошников // Технічна електродинаміка. – 1999. – № 2. – С. 74 – 76.
2. Мужичкий, В.Ф. К расчету магнитостатических полей рассеяния [Текст] / В.Ф. Мужичкий // Дефектоскопия. – 1987 – № 7. – С. 8 – 13.
3. Загидулин, Р.В. Магнитное поле поверхностного дефекта в ферромагнитной пластине [Текст] / Р.В. Загидулин, В.Е. Щербинин // Дефектоскопия. – 1991 – № 8. – С. 33 – 39.

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ГЛИБИНИ ЗАЛЯГАННЯ ДЕФЕКТІВ В ФЕРОМАГНІТНИХ ДЕТАЛЯХ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ, ЩО МАЮТЬ ВЕЛИКІ ГАБАРИТНІ РОЗМІРИ

**Н. В. Мартиненко**

Розглядаються методи неруйнівного контролю ферромагнітних деталей, що мають великі габаритні розміри, та проводиться аналіз можливості їх використання для визначення глибини залягання підповерхневих дефектів

**Ключові слова:** дефект, неруйнівний контроль, феррозонд, поле розсіювання дефекту

*Наталія Володимирівна Мартиненко, аспірантка кафедри «Прилади», Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля*

## THE ANALYZE OF DEPTH MEASURING METHODS OF DEFECTS IN LARGE-SIZED FERROMAGNETIC CYLINDRICAL PARTS

**N. Martynenko**

Methods of nondestructive testing of are considered, and analyze of possible using of these methods for depth measuring of subsurface defects is done

**Keywords:** defect, nondestructive testing, flux-gate sensor, leakage field of defect

*Nathalie Martynenko, post-graduate student of department "Devices", Volodymyr Dalh East-Ukrainian national university*