

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПРОТЯЖЕННЫХ ДЕФЕКТОВ В СТАЛЯХ С ПОМОЩЬЮ ПОЛИНОМИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Ключевые слова: магнитное поле, обратная задача, параметры дефектов.

В работе [1] авторы рассматривали решение обратных задач на основе предварительного решения прямых задач, сводящихся к интегро-дифференциальному уравнению магнитостатики. В работе [2] оценивались размеры протяженных дефектов с помощью фиктивных магнитных зарядов. На рис. 1 представлен протяженный дефект типа расслоения ($m = 1$ и $k = 2-20$ мм), расположенный в плоскопараллельной пластине толщиной $t = 12$ мм. При расчете модели рассматривалась глубина залегания дефектов $h = 1-11$ мм. Поле намагничивания: $H_0 = 5000$ А/м. Магнитная проницаемость сталей, из которых сделана пластина (сталь 10, 36Г2С, 30ХГСА), определялась по экспериментальным кривым намагничивания.

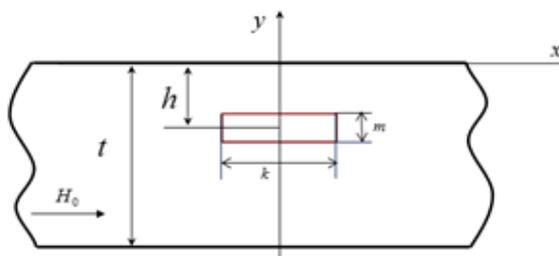


Рис. 1. Протяженные дефекты в плоскопараллельной пластине

Путем ряда среднеквадратических аппроксимаций установлено, что наиболее точно поведение зависимости максимальных значений H_x поля дефекта в точке $x = 0$, $y = 0,25$ мм от глубины залегания этого дефекта описывается полиномиальным уравнением третьей степени, которое имеет вид:

$$H' = ah^3 + bh^2 + ch + d, \quad (1)$$

где $H' = \frac{H_{x \max} - H_0}{H_0}$. В основе зависимости коэффициентов a , b , c и d лежит

натуральное логарифмическое уравнение, зависящее от длины дефекта k :

$$H' = (f \ln(k) + g)h^3 + (j \ln(k) + p)h^2 + (r(\ln(k) + s)h + u \ln(k) + v - 0,01k + d^*) \quad (2)$$

С помощью метода наименьших квадратов подобраны оптимальные значения для протяженных дефектов в стали 10 ($d^* = 0$): $f = 0,000528$, $g = -0,00198$, $j = -0,0156$, $p = 0,057$, $r = 0,158$, $s = -0,5545$, $u = -0,34$, $v = 2,32$. Для стали 36Г2С $d^* = 0,50$, для стали 30ХГСА $d^* = 0,66$. На рис. 2 представлены графики зависимости H' от h в стали 10, рассчитанные в программе ELCUT и по формуле (2), а также в стали 30ХГСА с учетом d^* .

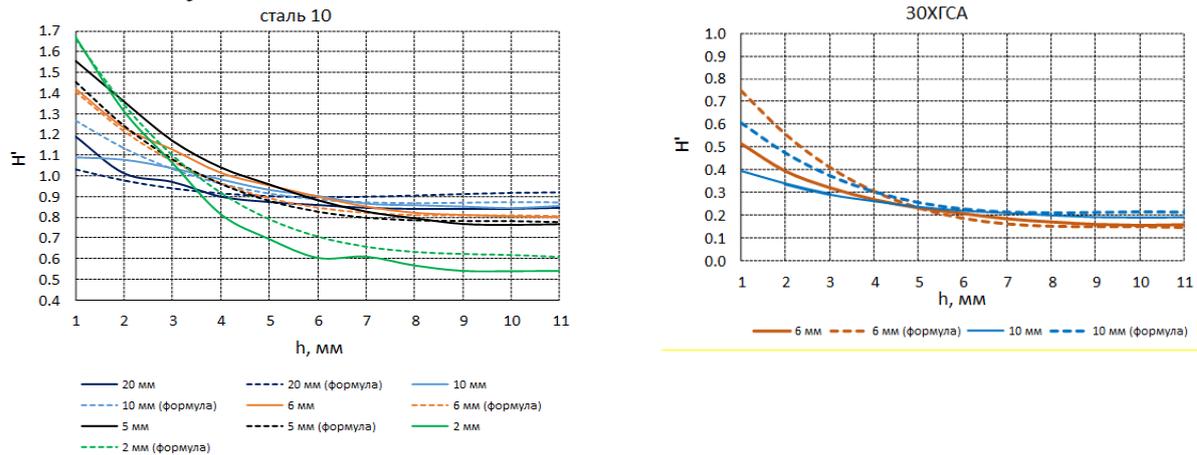


Рис. 2. Поля дефектов в сталях марок сталь 10 и 30ХГСА

Предложенный способ, имеющий погрешность около 15 % по сравнению с реальными параметрами, позволяет оперативно и просто оценить глубину и протяженность дефектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дякин В. В., Раевский В. Я., Кудряшова О. В. Поле конечного дефекта в пластине // Дефектоскопия. 2009. № 3. С. 67–79.
2. Шур М. Л., Новослугина А. П., Смородинский Я. Г. Вопросы теории и расчета магнитоэлектрических полей в ферромагнетиках // Дефектоскопия. 2014. № 7. С. 31–43.