

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ НАМАГНИЧИВАНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ СТРУКТУРЫ ИЗДЕЛИЙ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сандомирский С.Г.

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

Минск, Республика Беларусь

Важным разделом магнитной структуроскопии является разработка средств магнитного контроля структуры изделий массового производства. Их особенностью является бесконтактное намагничивание изделий в движении и бесконтактное измерение магнитного состояния изделий. Для контроля изделий из среднеуглеродистых сталей, используемых в машиностроении, надо дозировано размагнитить изделия после намагничивания. Поля заданной напряженности должны быть локализованы в ограниченных пространствах на пути движения изделий.

В докладе проанализированы намагничивающие преобразователи средств магнитного контроля изделий массового производства. Их действие основано на создании на пути движения изделий компактных областей с магнитным полем заданной напряженности. При этом используют эффекты одинаковой скорости уменьшения магнитного поля на оси катушек, имеющих разные внутренний и внешний диаметры, на разных расстояниях от их торцов, создания однородных поля и градиента поля катушками Гельмгольца и резкого уменьшения поля за пределами «безмоментных» катушек [1].

В результате анализа выявлены основные недостатки намагничивающих систем: относительно невысокая напряженность намагничивающего поля и не достаточная его локализация на пути движения изделий. Недостатки уменьшены в разработанной намагничивающей системе (рисунк) [2].

Система включает катушку 2 в форме соленоида, намотанного на немагнитном каркасе 1. Обмотка катушки длиной  $L$  внутренним и наружным диаметрами  $2a$  и  $2b$ , помещена в кожух 3 из магнитомягкого материала, прилегающий к наружной поверхности обмотки. Толщина  $\delta$  кожуха составляет 3 – 10 % толщины  $(b - a)$  обмотки.

Принцип действия намагничивающей системы заключается в использовании внешнего поля катушки с током для намагничивания кожуха заданной толщины. Внутренний диаметр  $2a$  обмотки определяется поперечным размером контролируемых изделий и толщиной немагнитного каркаса. Наружный диаметр  $2b$  и длину  $L$  обмотки устанавливают с учетом допустимой средней температуры  $T_{\text{п}}$  ее перегрева и допустимого веса [3]. Из тех же условий устанавливают предельно допустимую плотность  $j$  тока в про-

воде обмотки. Установленные размеры обмотки и плотность  $j$  тока в ее проводе обеспечивают достижение максимально возможной напряженности  $H_0$  поля в центре цилиндрической полости диаметром  $2a$  при заданном весе обмотки и ее работе в условиях естественного охлаждения ее поверхности окружающим воздухом при допустимой  $T_{\text{п}}$ . Одновременно внешнее поле обмотки намагничивает кожух, представляющий во внешнем поле обмотки полузамкнутую магнитную цепь. Направление магнитного поля кожуха во внутренней рабочей области намагничивающей системы совпадает с направлением намагничивающего поля  $H_0$  обмотки и усиливает его. В окружающем пространстве поле кожуха противоположно направлению поля обмотки и частично компенсирует его. Благодаря плотному прилеганию кожуха к наружной поверхности обмотки и высокой теплопроводности его материала (стали) условия отвода тепла от обмотки не изменяются и температура ее перегрева при использовании кожуха не повышается. Плотное прилегание кожуха к поверхности катушки обеспечивает предельно возможное усиление намагничивающего поля в рабочей области внутри катушки и ослабление поля катушки за ее пределами.

Материал кожуха при работе системы не должен находиться в магнитном насыщении. Для этого кожух изготовлен из магнитомягкого материала толщиной  $\delta$ , составляющей 3 – 10 % толщины  $(b - a)$  обмотки. Определение толщины  $\delta$  кожуха в конкретных вариантах выполнения намагничивающей системы осуществляется экспериментально либо расчетным путем. Определяют внешнее поле  $H_B$  обмотки в середине ее наружной боковой поверхности при плотности  $j$  тока в проводе катушки, обеспечивающей поле  $H_0$  в центре катушки (для реальных намагничивающих катушек величина  $H_B$  составляет 10 – 25% от  $H_0$ ). По значению  $H_B$  и намагниченности технического насыщения  $M_S$  материала кожуха (для электротехнического железа  $M_S \approx 1700$  кА/м) определяют необходимую величину центрального коэффициента  $N$  размагничивания кожуха 3:

$$N \approx H_B / 0,9M_s . \quad (1)$$

По значению  $N$  рассчитывают минимальную толщину  $\delta$  кожуха 3:

$$\delta \approx bN / 2\mathcal{E}(\lambda)k(\lambda), \quad (2)$$

