

УДК 620.179.14

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНИТОГРАФИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ

В. А. НОВИКОВ, А. В. КУШНЕР, А. В. ШИЛОВ

ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Могилев, Беларусь

UDC 620.179.14

SOME SPECIFIC OF MAGNETOGRAPHIC THE TESTING OF FERROMAGNETIC OBJECTS ON RESIDUAL MAGNETICITY

V. A. NOVIKOV, A. V. KUSHNER, A. V. SHILOV

Аннотация

Работа посвящена магнитографической дефектоскопии ферромагнитных объектов. Показано, что чувствительность метода контроля на остаточной намагниченности ниже, чем в приложенном поле. Установлено, что на величину сигнала, обусловленного дефектом, при контроле на остаточной намагниченности влияет направление укладки магнитоносителя на контролируемую поверхность. Приведено объяснение этого явления.

Ключевые слова:

магнитографический контроль, постоянные магниты, ферромагнитные объекты, полярность сигнала, условия контроля.

Abstract

The work is devoted to magnetographic the testing of ferromagnetic objects. It is determined that the sensitivity of the testing method on residual magnetization is lower than in the applied field. It is established that the value of a signal caused by the defect is influenced by the direction of the placement of the magnetic carrier on the monitored surface when controlling for remanent magnetization. An explanation of this phenomenon is given.

Key words:

magnetographic the testing, constant magnets, ferromagnetic object, polarity of a signal, a control condition.

Магнитные методы контроля основаны на регистрации магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении магнитных свойств контролируемых изделий. Обычно дефектоскопию ферромагнитных объектов магнитными методами производят в приложенном поле, т. к. это позволяет достичь в контролируемой зоне большей индукции и, как следствие, более высокой чувствительности при обнаружении дефектов сплошности. Однако часто предпочтение все же отдают контро-

лю на остаточной намагниченности, так как, в ряде случаев, этот способ имеет преимущества.

Контроль объектов на остаточной намагниченности производят, если они изготовлены из магнитомягких материалов, а остаточная индукция не меньше 0,5 Тл, при условии, что толщина немагнитного покрытия на поверхности объекта не превышает 30 мкм. Иногда при этом достигается более высокая чувствительность, чем при контроле в приложенном поле, например, в случае магнитопорошкового метода контроля, если детали имеют выраженную текстуру, когда магнитный порошок в меньшей степени осаждается по волокнам металла, в местах с грубой обработкой поверхности, по наклёпу, по рискам, что упрощает расшифровку результатов контроля. Кроме того, способ контроля на остаточной намагниченности более удобен в осуществлении, так как позволяет устанавливать детали в любое пространственное положение, обеспечивает возможность нанесения суспензии как путём полива, так и путём погружения в ванну с дефектоскопическим материалом. Важно и то, что в этом случае будет меньше вероятность прижогов в местах контакта токоподводящих электродов с деталью при ее намагничивании пропусканием тока. Поэтому в равных условиях предпочтение отдают способу остаточной намагниченности.

При феррозондовом методе контроля цилиндрических объектов помехой может быть составляющая внешнего поля, направленная вдоль продольной оси сердечника феррозонда, которая иногда в несколько раз превышает напряженность поля, создаваемого дефектом. Чтобы уменьшить влияние этого мешающего фактора, сердечники феррозонда ориентируют перпендикулярно цилиндрической поверхности объекта с помощью специального устройства. Однако радикальным способом отстройки от помехи, обусловленной намагничивающим полем, является контроль объекта на остаточной намагниченности.

Снижение чувствительности магнитографической дефектоскопии на остаточной намагниченности происходит из-за того, что поля рассеяния дефектов записываются на участке начального (обратимого) намагничивания магнитоносителя. При этом остаточная намагниченность магнитоносителя после его удаления от объекта контроля равна нулю. Устранить этот недостаток можно, если применить поляризованный (предварительно намагниченный до насыщения магнитоноситель), а намагничивание объекта вместе с уложенным на его поверхность магнитоносителем производить противоположно направлению его остаточной намагниченности. Вторая причина заключается в том, что узкие поверхностные трещины создают на магнитоносителе узколокальные магнитные отпечатки. Создаваемые ими магнитные потоки, в основном, замыкаются в рабочем зазоре индукционной магнитной головки магнитографического дефектоскопа и меньше замыкаются через сердечник магнитной головки. Кроме того, в этом случае возникают значительные частотные потери, связанные с ростом вихревых токов в сердечнике головки. Поэтому такие дефекты можно обнаружить,



если магнитную ленту в процессе намагничивания изделия переместить со скольжением на небольшое расстояние поперек трещины.

Авторы настоящей работы обнаружили и объяснили третью причину снижения чувствительности при магнитографическом контроле ферромагнитных объектов на остаточной намагниченности: установлено, что амплитуда сигнала, обусловленного дефектом, зависит от направления укладки магнитоносителя (поперек направления дефекта или вдоль его), и во втором случае она в несколько раз больше, чем в первом. Это объясняется следующим. Если магнитоноситель укладывают на поверхность предварительно намагниченного объекта поперек направления предполагаемой ориентации дефектов путем его поворота вокруг точки касания с объектом (рис. 1), то под действием поля рассеяния дефекта в процессе поворота магнитоносителя его участок, на котором будет происходить запись поля рассеяния дефекта, приобретет более высокую намагниченность, чем другие его участки.

На рис. 1 показано, как в процессе укладки магнитоносителя на поверхность предварительно намагниченного контролируемого объекта происходит воздействие на него поля рассеяния дефекта.

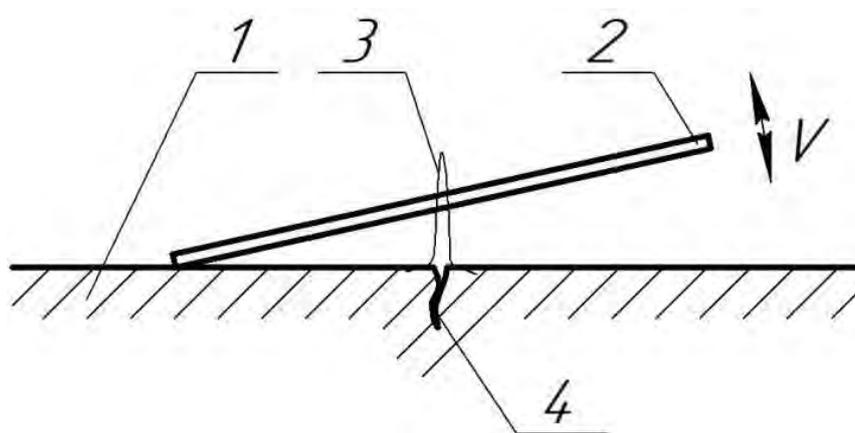


Рис. 1. Воздействие на магнитоноситель поля рассеяния дефекта, когда магнитоноситель укладывают на поверхность объекта или снимают с поверхности поперек направления предполагаемой ориентации дефектов: 1 – объект контроля; 2 – магнитоноситель; 3 – поле рассеяния дефекта; 4 – дефект сплошности

На рис. 2 изображен магнитоноситель на поверхности объекта после его укладки поперек направления предполагаемой ориентации дефектов, находящийся под действием поля рассеяния дефекта. Объясним процесс записи полей дефектов в этом случае.

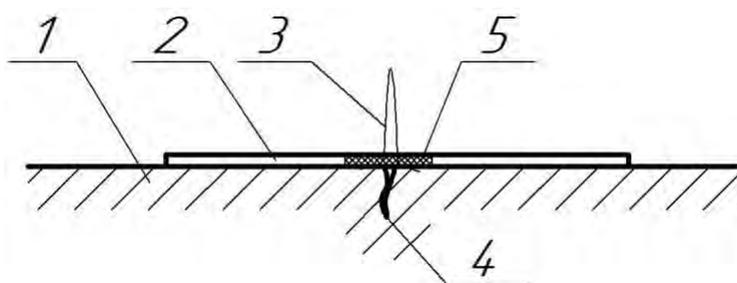


Рис. 2. Магнитоноситель на поверхности объекта, находящийся под действием поля рассеяния дефекта, после его укладки поперек направления предполагаемой ориентации дефектов: 1 – объект контроля; 2 – магнитоноситель; 3 – поле рассеяния дефекта; 4 – дефект сплошности; 5 – участок магнитоносителя с более высокой остаточной намагниченностью

Суперпозиция внешнего поля, обусловленного полюсностью, возникающей на поверхности объекта, и поля рассеяния дефекта $H_0 + H_{d1}$ при повороте магнитоносителя определяет положение рабочей точки характеристики магнитоносителя в зоне дефекта (рис. 3). На магнитоноситель, когда он находится на поверхности объекта, локально действует поле рассеяния дефекта H_{d2} , намагничивая его дополнительным полем. После снятия магнитоносителя с объекта, вдоль направления предполагаемой ориентации дефектов или снизу вверх контраст записи на участке магнитоносителя, находившегося над дефектом, будет определяться отрезком $\Delta M_r' = M_{r2} - M_{r1}$, где M_{r1} – остаточная намагниченность участка магнитоносителя, обусловленная суперпозицией полей $H_0 + H_{d1}$; M_{r2} – остаточная намагниченность магнитоносителя над дефектом, находившегося под действием магнитных полей $H_0 + H_{d2}$.

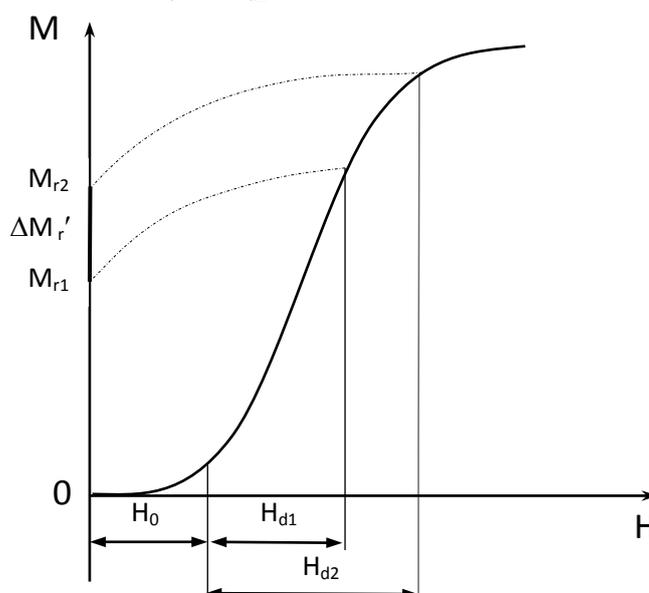


Рис. 3. Контраст записи на магнитоносителе, если его укладывали на контролируемую поверхность намагниченного объекта поперек направления предполагаемой ориентации дефектов, после его снятия с объекта вдоль направления предполагаемой ориентации дефектов или снизу вверх

Если магнитоноситель укладывают на поверхность контролируемого участка последовательно от его начала вдоль направления предполагаемой ориентации дефектов или сверху, снимая с поверхности вдоль того же направления, то амплитуда сигнала, обусловленного дефектом, будет больше, т. к. рабочая точка будет находиться у начала крутого возрастающего участка его характеристики, и рабочий диапазон характеристики будет шире. Поэтому контраст магнитной записи на магнитоносителе будет больше. Объясняется это следующим. При такой укладке на магнитоноситель будут действовать только внешнее поле H_0 , обусловленное полюсностью объекта, и поле рассеяния дефекта H_{d2} (рис. 4).

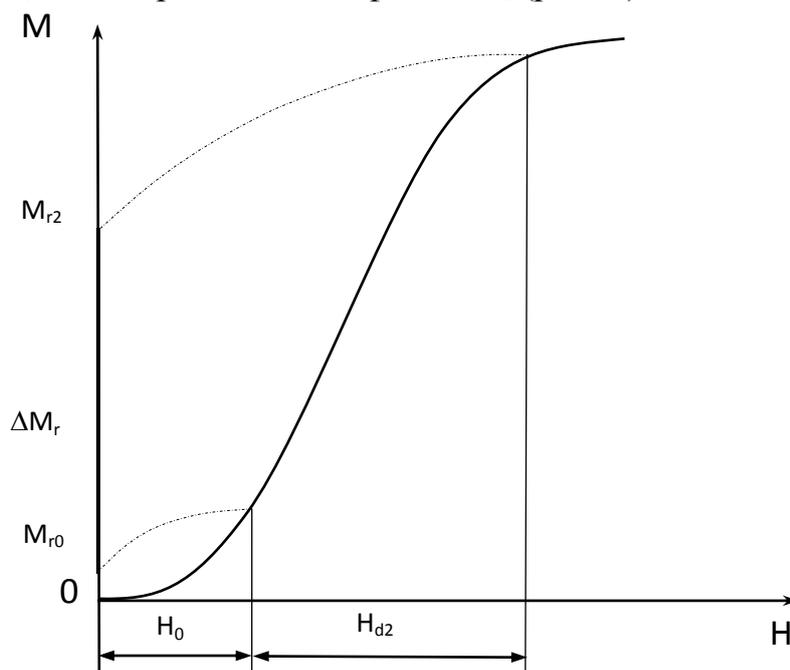


Рис. 4. Контраст записи на магнитоносителе при его укладке на контролируемую поверхность намагниченного объекта вдоль направления предполагаемой ориентации дефектов или сверху, после снятия магнитоносителя вдоль того же направления

После снятия магнитоносителя его участок, находившийся под действием внешнего поля H_0 , приобретет остаточную намагниченность M_{r0} , а участок, находившийся под действием суперпозиции внешнего поля и поля рассеяния дефекта $H_0 + H_{d2}$, – остаточную намагниченность M_{r2} . Контраст магнитной записи на магнитоносителе будет $\Delta M_r = M_{r2} - M_{r0}$. Причем, $\Delta M_r > \Delta M_r'$.

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований, которые показали, что амплитуда сигнала от дефекта во втором случае больше, чем в первом в несколько раз. Исследования проводили на образцах:

– для настройки вихретокового дефектоскопа СОП 2353.08 толщиной 6 мм из стали 45 с искусственными протяженными дефектами шириной

0,1 мм и глубиной 0,6, 1,5 и 3 мм на стороне с параметром шероховатости Rz160 и глубиной 0,1, 0,2, 0,5, 1 и 2 мм на стороне с Ra1,25;

– пластине из стали 45 размерами 100x40x9 мм с канавками на наружной поверхности глубиной 1 и 2 мм шириной 0,1 мм;

– торцевой (присоединительной) поверхности щита электродвигателя, изготовленного литьем из серого чугуна СЧ 24-44. В щите электродвигателя имелась трещина раскрытием 34 мкм, выходящая на торцевую сторону. Трещина распространялась на всю ширину присоединительной поверхности, т. е. ее длина составляла 8 мм, а глубина – от 4,6 до 4,9 мм.

Намагничивание объекта производили перемещением постоянного магнита по поверхности объекта перед наложением магнитоносителя. В одном случае магнитоноситель укладывали на объект поперек протяженного дефекта путем поворота (рис. 1), а во втором – вдоль трещины или сверху, снимая с объекта вдоль того же направления. В процессе наложения не допускалось проскальзывание магнитоносителя по поверхности объекта.

В результате проведенных исследований установлено, что при магнитографическом контроле на остаточной намагниченности с намагничиванием объекта контроля перемещаемым постоянным магнитом, чувствительность невысокая даже при обнаружении поверхностных дефектов. Глубина обнаруживаемых дефектов не менее 1 мм и зависит от направления укладки магнитоносителя. Если магнитоноситель укладывают на объект вдоль трещины или сверху, снимая с объекта вдоль того же направления, то амплитуда сигнала от дефекта больше в несколько раз по сравнению со случаем, когда магнитоноситель укладывают поперек направления дефекта. Если же контроль производят в приложенном поле, т. е. магнит перемещают по поверхности немагнитной основы магнитоносителя, находящегося на поверхности объекта, то обнаруживаются дефекты глубиной 0,1 мм и больше при параметре шероховатости Ra1,25, а также 0,6 мм и больше при Rz160.

