

Тема 7 Магнитопорошковый контроль

7.1 Суть методу

Магнитопорошковый контроль нашел широкое применение в авиации, химическом машиностроении, при контроле крупногабаритных конструкций, магистральных трубопроводов, судостроении, на железнодорожном транспорте, автомобильной и во многих других отраслях промышленности.

Магнитопорошковый метод контроля имеет высокую производительность, наглядность результатов контроля и высокую чувствительность. Магнитопорошковый метод предназначен для выявления поверхностных и под поверхностных (на глубине до 1,5 ... 2 мм) дефектов типа нарушения сплошности материала изделия: трещины, волосовины, расслоения, не проварка стыковых сварных соединений, закатов и т.д.

Суть метода такова: магнитный поток в бездефектной части изделия не меняет своего направления; если же на пути его встречаются участки с пониженной магнитной проницаемостью, например дефекты в виде разрыва сплошности металла (трещины, неметаллические включения и т.д.), то часть силовых линий магнитного поля выходит из детали наружу и входит в нее обратно, при этом возникают местные магнитные полюсы (N и S) и, как следствие, магнитное поле над дефектом. Так как магнитное поле над дефектом неоднородно, то на магнитные частицы, попавшие в это поле, действует сила, стремящаяся затянуть частицы в место наибольшей концентрации магнитных силовых линий, то есть к дефекту. Частицы в области поля дефекта намагничиваются и притягиваются друг к другу как магнитные диполи под действием силы так, что образуют цепочные структуры, ориентированные по магнитным силовым линиям поля.

МНК применяются только для контроля деталей и изделий, изготовленных из ферромагнитных материалов, находящихся в намагниченном состоянии.

Наибольшая вероятность выявления дефектов достигается в случае, когда плоскость дефекта составляет угол 90 град. с направлением намагничивающего поля (магнитного потока). С уменьшением этого угла чувствительность снижается и при углах, существенно меньших 90 град. дефекты могут быть не обнаружены. Для оптимального выявления дефектов при МНК намагничивание контролируемых изделий производят в двух направлениях, а деталей сложной формы – в нескольких направлениях

После намагничивания изделия осуществляется проявление дефектов, состоящее в фиксировании магнитного поля над дефектом. При этом контроль (выявление) дефектов осуществляется двумя способами:

1. Контроль дефектов на остаточной намагниченности контролируемого изделия, пригодный только для магнитотвёрдых материалов с коэрцитивной силой H_C больше 800 А/м (больше 10 Э). В этом случае

проявление дефектов осуществляется после намагничивания контролируемого изделия и удаления его из намагничивающего поля.

2. Контроль дефектов в приложенном магнитном поле, применяемый для магнитомягких материалов, у которых коэрцитивная сила $H_c < 800$ А/м (10 Э). В этом случае проявление дефектов осуществляется после намагничивания контролируемого изделия без его удаления из намагничивающего поля, т.к. без приложенного внешнего магнитного поля над дефектами образуются слабые магнитные поля рассеяния, не позволяющие выявить дефект. Этим способом контролируют детали сложной формы, а также в том случае, когда мощности источника питания недостаточно для намагничивания всей детали вследствие ее больших размеров; в приложенном магнитном поле рабочая индукция поля достигается при почти в четыре раза меньшей напряженности магнитного поля.

После МНК обязательно проводится размагничивание проконтролированного изделия.

7.2 Способы намагничивания контролируемых изделий и нанесения индикатора

При магнитопорошковом методе контроля применяют четыре вида намагничивания:

- циркулярный;
- продольный (полюсной);
- комбинированный;
- во вращающемся магнитном поле.

Наиболее распространены в практике контроля три первых вида намагничивания. Применительно к простейшим деталям – сплошному цилиндрическому стержню или полому цилиндру – формулировка видов намагничивания может быть следующая.

Циркулярный – это такой вид намагничивания, при котором магнитные силовые линии имеют вид концентрических окружностей, расположенных в плоскости, перпендикулярной направлению тока. Магнитное поле замыкается внутри детали, а на ее концах не возникают магнитные полюса. Циркулярный метод намагничивания осуществляется либо пропусканием тока по толстому медному стержню или проводу, протянутому через деталь, либо пропусканием тока непосредственно через деталь. Последний способ применяется для контроля сплошных протяжённых деталей, цилиндрических полых толстостенных деталей при выявлении дефектов на внешней поверхности цилиндра, при контроле сварных швов путём пропускания тока через шов. Прижимные контакты для пропускания тока через деталь называются электрокарандашами.

Продольный (полюсной) – это такой вид намагничивания, при котором магнитное поле направлено вдоль детали, образуя на ее концах магнитные полюса, при этом магнитные силовые линии часть пути проходят по изделию, а часть – по воздуху. Это намагничивание осуществляется путём помещения контролируемого протяжённого изделия правильной формы (цилиндрического,

прямоугольного и т.п.) либо между полюсами постоянного магнита (электромагнита), либо в соленоид. После удаления изделия из намагничивающего поля за счёт остаточной намагниченности в изделии возникают два магнитных полюса, N и S, поэтому такой метод намагничивания назван полюсным. При полюсном методе различают продольное намагничивание, при котором направление вектора H внешнего магнитного поля совпадает с направлением продольной оси детали, и поперечное намагничивание, при котором вектор перпендикулярен продольной оси детали.

Комбинированный – это такой вид намагничивания, при котором деталь находится под воздействием двух или более магнитных полей с неодинаковым направлением. При этом векторы магнитной напряженности складываются векторно, так что результирующий вектор направлен по винтовой линии.

Комбинированное намагничивание обеспечивает максимальную выявляемость дефектов, особенно в деталях сложной формы.

Индикатора может наноситься на контролируемый объект «сухим» или «мокрым» способом. В первом случае для обнаружения дефектов используют сухой ферромагнитный порошок. При использовании "мокрого" метода контроль осуществляется с помощью магнитной суспензии, т.е. взвеси ферромагнитных частиц в жидких средах: трансформаторном масле, смеси трансформаторного масла с керосином, смеси обыкновенной воды с антикоррозионными веществами.

7.3 Этапы магнитопорошкового контроля

1. Подготовка детали к контролю. Подготовка детали к контролю заключается в очистке поверхности детали от отслаивающейся ржавчины, грязи, а также от смазочных материалов и масел, если контроль проводится с помощью водной суспензии или сухого порошка. Если поверхность детали темная и черный магнитный порошок на ней плохо виден, то деталь иногда покрывают тонким просвечивающим слоем белой контрастной краски.

2. Намагничивание детали. Намагничивание детали является одной из основных операций контроля. От правильного выбора способа, направления и вида намагничивания, а также рода тока во многом зависит чувствительность и возможность обнаружения дефектов.

3. Нанесение на поверхность детали магнитного индикатора (порошка или суспензии). Оптимальный способ нанесения суспензии заключается в окунании детали в бак, в котором суспензия хорошо перемешана, и в медленном удалении из него. Однако этот способ не всегда технологичен. Чаще суспензию наносят с помощью шланга или душа. Напор струи должен быть достаточно слабым, чтобы не смывался магнитный порошок с дефектных мест. При сухом методе контроля эти требования относятся к давлению воздушной струи, с помощью которой магнитный порошок наносят на деталь. Время стекания с детали дисперсной среды, имеющей большую вязкость относительно велико, поэтому производительность труда контролера уменьшается.

4. Осмотр детали. Расшифровка индикаторного рисунка и разбраковка. Контролер должен осмотреть деталь после стекания с нее основной массы суспензии, когда картина отложений порошка становится неизменной. Детали проверяют визуально, но в сомнительных случаях и для расшифровки характера дефектов применяют оптические приборы, тип и увеличение которых устанавливают по нормативным документам.

5. Размагничивание и контроль размагниченности. Удаление с детали остатков магнитного индикатора. Применяют два основных способа размагничивания:

- Первый и наиболее эффективный из них - нагрев изделия до температуры точки Кюри, при которой магнитные свойства материала пропадают. Этот способ применяют крайне редко, так как при таком нагреве могут изменяться механические свойства материала детали, что в большинстве случаев недопустимо.
- Второй способ заключается в размагничивании детали переменным магнитным полем с амплитудой, равномерно уменьшающейся от некоторого максимального значения до нуля.