

Министерство образования и науки Красноярского края
Краевое государственное бюджетное
профессиональное образовательное учреждение
«Красноярский техникум социальных технологий»

Тема: Магнитопорошковая дефектоскопия сварных швов

ПМ 04. МДК 04.01.

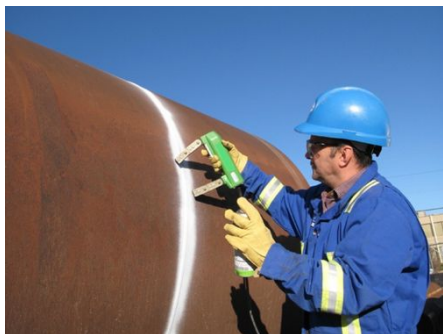


Разработал

преподаватель спец.дисциплин
Татьяна Александровна Губич

История

- **1922 г.** Запатентован магнитный метод обнаружения дефектов артиллерийских стволов с помощью магнитного порошка, открытый Уильямом Э. Хоуком во время Первой мировой войны.
- **1935 г.** Компания Magnaflux получает патент на технологию изготовления магнитных частиц разного размера и разных магнитных характеристик, покрытых смазочным материалом и частиц, покрытых немагнитным флюоресцирующим материалом.
- **1936 г.** Армейский и Морской воздушный корпус США принимают стандарты контроля, разработанные Magnaflux и используют их в своих ремонтных цехах.
- **1937—1938 гг.** К-3 — первая в мире установка, использующая переменный ток для контроля конструкций железной дороги и колесных пар.
- **1940 г.** Изданы «Правила контроля методом магнитного порошка», содержащие 133 страницы и 60 иллюстраций. Они становятся первым в мире учебником по магнитопорошковому контролю. Правила



давал



до 525 страниц и 227

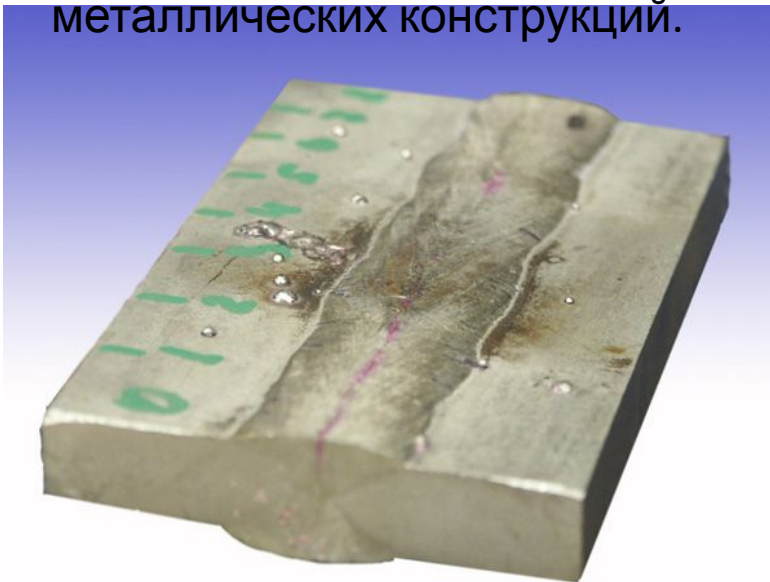


ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

Магнитопорошковая дефектоскопия (МПД) предназначена для выявления тонких **поверхностных** и **подповерхностных** нарушений сплошности металла (на глубине до 1,5-2 мм) - дефектов, распространяющихся вглубь изделий.

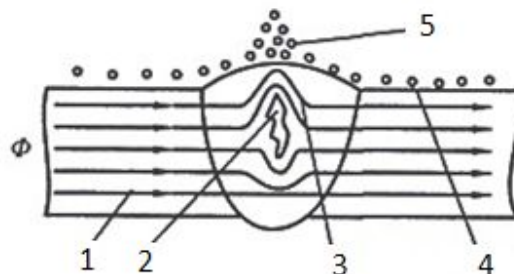
Таковыми дефектами могут быть трещины, волосовины, надрывы, непровары, поры.

Магнитопорошковый контроль является одним из основных методов неразрушающего контроля и необходим для проверки ферромагнитных металлических конструкций.



Сущность магнитопорошкового метода

- Магнитные частицы порошка, попадая в поле дефекта под действием электрического тока, намагничиваются и в результате притягивающей силы перемещаются в зону наибольшей неоднородности магнитного поля. Частицы притягиваются друг к другу, выстраиваются в цепочки, ориентируясь по магнитным силовым линиям поля, и, накапливаясь, образуют характерные рисунки в виде валиков, по которым судят о наличии дефекта. Форма этих скоплений соответствует существующим в проверяемом дефектам.



- 1 – магнитное поле;
- 2 – дефект;
- 3 – искажение магнитного поля;
- 4 – магнитная суспензия;
- 5 – скопление частиц;

Магнитные индикаторы

- **Магнитный порошок** — порошок из ферромагнетика, используемый в качестве индикатора магнитного поля рассеяния.
- **Магнитная паста** — смесь, содержащая магнитный или люминесцентный магнитный порошок, жидкую основу и, при необходимости, смачивающую антикоррозийную и другие добавки.
- **Магнитная суспензия** — взвесь магнитного или люминесцентного магнитного порошка в дисперсионной среде (в жидкости — воде, керосине, техническом масле и др.), содержащей смачивающие, антикоррозийные и, при необходимости, активизирующие, антикоагулирующие и другие добавки.



Два способа нанесения индикатора:

- «Мокрый» способ — намагниченную поверхность обрабатывают магнитную суспензией путем полива, погружения объекта в ванну или аэрозольным способом.
- «Сухой» способ — намагниченную поверхность обрабатывают сухим порошком при помощи различных распылителей или погружением объекта в емкость с порошком, а также способом «воздушной взвеси» — распылением в специальных установках. Этот способ применяется реже, так как он требует дополнительных мер по выполнению гигиенических требований.



Методика контроля

1. Подготовка поверхностей перед контролем и очистку их от загрязнений, окалины, следов шлака после сварки.
2. Подготовка суспензии, заключающуюся в интенсивном перемешивании магнитного порошка с транспортирующей жидкостью.
3. Намагничивание контролируемого изделия.
4. Нанесение суспензии на поверхность контролируемого изделия.
5. Осмотр поверхности изделия и выявление мест, покрытых отложением порошка.

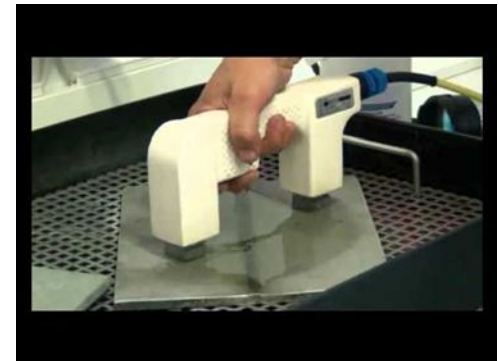
В сомнительных случаях валик порошка удаляют и повторяют операции 3, 4 и 5. После контроля изделие размагничивают. Метод отличается высокой чувствительностью к тонким и мелким трещинам, простотой выполнения, оперативностью и наглядностью результатов.



Виды токов

Для намагничивания и размагничивания деталей при магнитопорошковом контроле используют следующие виды токов:

- Переменный промышленной и повышенной частоты
- Выпрямленный однополупериодный
- Выпрямленный двухполупериодный
- Выпрямленный трехфазный
- Постоянный
- Импульсный

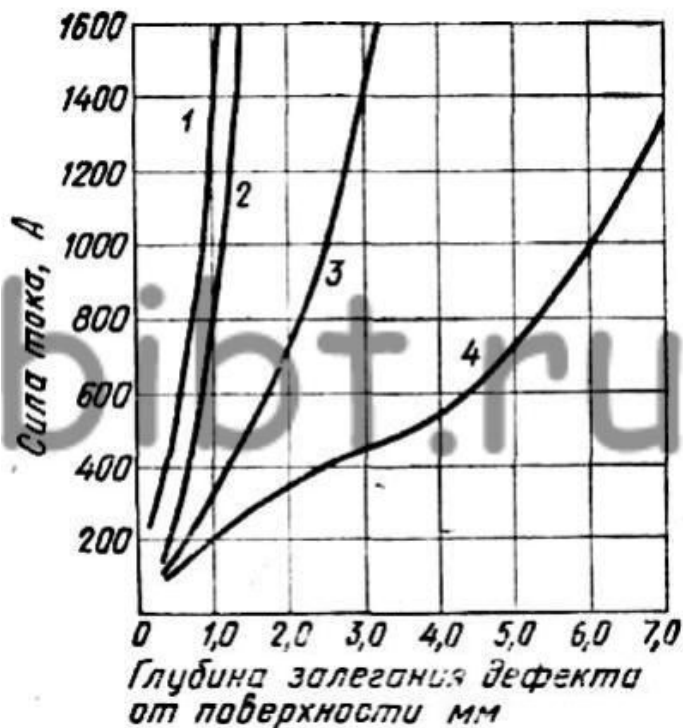


Чувствительность контроля зависит от:

- магнитных характеристик материала детали;
- напряженности намагничивающего поля;
- размера, формы и шероховатости поверхности детали;
- размера, формы, местоположения и ориентации дефекта;
- взаимного направления намагничивающего поля и дефекта;
- свойств дефектоскопического материала;
- способа нанесения дефектоскопического материала на поверхность детали;
- способа и условий регистрации индикаторного рисунка выявляемого дефекта.

Частицы порошка должны иметь размер 5-10 мкм. Для выявления глубоко залегающих дефектов применяют более крупный магнитный порошок. Для магнитных суспензий («мокрый» метод) применяют магнитный порошок с мелкими частицами. Кроме того, частицы магнитного порошка должны обладать максимальной подвижностью. С этой целью необходимо применять частицы округлой (сферической) формы. Дополнительную подвижность частицы магнитного порошка получают после покрытия их пигментом с низким коэффициентом трения.

Наибольшая вероятность выявления дефектов возможна тогда, когда плоскость дефекта составляет угол в 90 градусов к направлению магнитного потока. С уменьшением данного угла чувствительность уменьшается, что снижает вероятность обнаружения дефектов.



Зависимость чувствительности, магнитопорошкового метода от вида тока и способа нанесения порошка:

1 - переменный ток, «мокрый» метод, 2 - переменный ток, «сухой» метод, 3 - постоянный ток, «мокрый» метод, 4 - постоянный ток, «сухой» метод

Из графика видно, что намагничивание постоянным или переменным током, а также «сухой» или «мокрый» методы нанесения порошка существенно не влияют на обнаружение поверхностных дефектов. Однако род тока намагничивания, а также метод нанесения порошка сильно сказываются на обнаружении подповерхностных дефектов. В этом случае резко выявляется преимущество постоянного тока перед переменным. Это объясняется тем, что плотность постоянного тока по всему сечению проводника одинакова и, следовательно, магнитный поток будет однороден по всему сечению испытываемого изделия. При намагничивании переменным током из-за так называемого скин-эффекта плотность тока, а следовательно, и плотность магнитного потока будет больше у поверхности намагничиваемого изделия. По этой причине при намагничивании переменным током лучше выявляются только поверхностные дефекты.

ГОСТ 21105-87 устанавливает три условных уровня чувствительности в зависимости от размеров выявляемых поверхностных дефектов

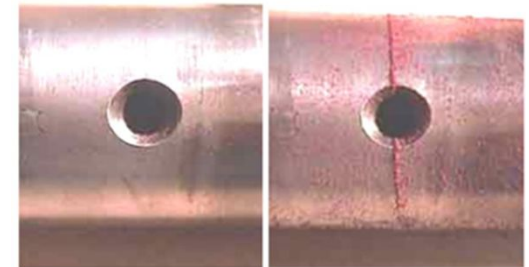
Таблица 1.1 – Условные уровни чувствительности магнитопорошковой дефектоскопии

Условный уровень чувствительности	Ширина дефекта, мкм	Глубина дефекта, мкм	Максимально допустимая шероховатость поверхности, мкм	Примечание
А	2,5	25	$R_a=2,5$	Минимальная протяженность дефекта равна 0,5 мм; протяженность дефекта определяется по длине валика осаждения порошка
Б	10,0	100	$R_z=40$	
В	25,0	250	$R_z=40$	

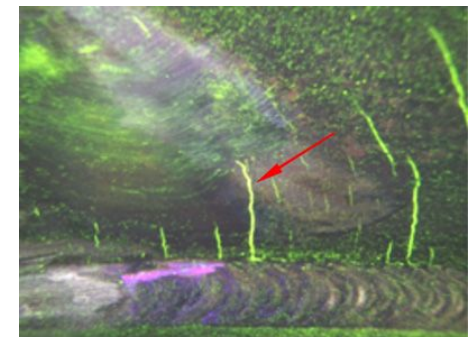
В случае контроля деталей, имеющих большую шероховатость или склонных к образованию дефектов, глубоко залегающих под поверхностью, применяют крупный порошок, который наносят на поверхность "сухим" способом.

Виды дефектов

- Плоскостные дефекты: трещины, непровары и несплавления, наибольший размер которых ориентирован под прямым или близким к нему углом относительно направления магнитного потока. Дефекты округлой формы (поры, шлаковые включения, раковины) не могут создавать достаточного потока рассеяния и, как правило, при контроле обнаруживаются плохо.
- Выявляются поверхностные и подповерхностные (на глубине не более 2 мм) трещины с раскрытием от 0,01 мм, глубиной (высотой дефекта) от 0,05 мм и длиной 0,5 мм и более. С увеличением глубины залегания дефектов уменьшается скорость скопления магнитного порошка и увеличивается ширина линии порошка, что затрудняет выявление дефектов и определение их характера. Удовлетворительная четкость скопления порошка получается над дефектами, залегающими на глубине не более 5-8 мм.
- Наличие покрытий толщиной до ~20 мкм практически не влияет на выявляемость дефектов. При толщине покрытия более 100-150 мкм могут быть выявлены только дефекты размером более 0,15 мм.



Вид поверхности детали с трещиной до и после проведения магнитопорошкового контроля сухим порошком бурого цвета.



трещины на сварном шве, обнаруженные с использованием люминесцентного порошка

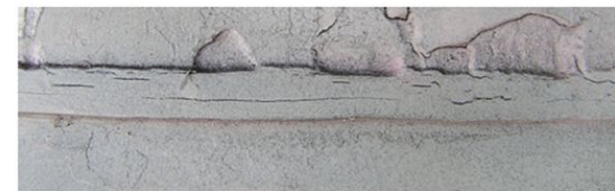


Рис. 1. Трещины на внешней поверхности сварного соединения, выявленные методом МПД.

Оборудование

Магнитный дефектоскоп,
электромагнит или
намагничивающее устройство
для намагничивания объектов
контроля

Магнитометр для измерения
характеристик магнитного
поля и магнитных свойств
материалов

**Индикаторы магнитного
поля** для измерения значений
магнитных полей

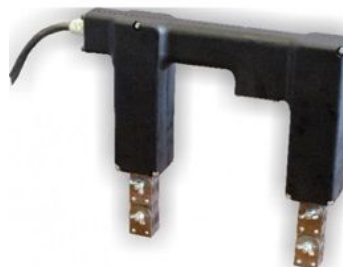
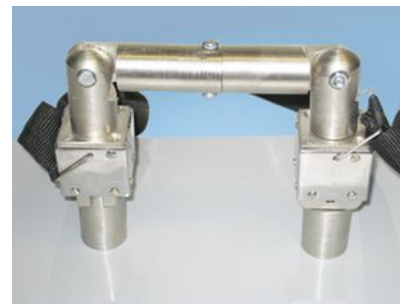
Контрольный образец для
оценки работоспособности и
чувствительности магнитных
порошков



Электромагнит MAGNAFLUX



Дефектоскоп МИКРОКОН
МАГ-101



Дефектоскоп МИКРОКОН
МАГ-210



Магнитометр
ИМАГ-400Ц

Масштабность применения магнитопорошкового метода

- Высокая производительность.
- Наглядность результатов контроля.
- Высокая чувствительность.
- Обнаруживаются трещины в начальной стадии их появления, когда обнаружить их без специальных средств контроля трудно или невозможно.
- Применение данного метода практически не ограничивает, как правило, плохое состояние поверхностей сварных соединений: наличие брызг и чешуйчатости; имеющиеся в сварных швах резкие переходы от наплавленного металла к основному, создающие дополнительные магнитные потоки рассеяния, а следовательно, дополнительные индикации.
- Метод позволяет достаточно эффективно выявлять в сварных соединениях поверхностные трещины.

Тест для выявления уровня сформированных знаний по теме: «Магнитопорошковая дефектоскопия»

Задание: Ответьте на вопросы «да» или «нет»

- Магнитные методы контроля основаны на обнаружении магнитных потоков (полей) рассеяния, создаваемых дефектами.
а) да; б) нет
- Сущность магнитопорошкового метода заключается в том, что на поверхность намагниченной детали наносят порошок, который на поверхности детали скапливается над дефектами.
а) да; б) нет
- Чувствительность магнитопорошкового метода не зависит от размера частиц порошка и его магнитных свойств.
а) да; б) нет
- Существуют несколько способов нанесения ферромагнитного порошка на контролируемую деталь: «мокрый» и «сухой».
а) да; б) нет
- Для приготовления суспензии смешивают ферромагнитный порошок с трансформаторным маслом, керосином, мыльным раствором.
а) да; б) нет
- «Мокрый» метод магнитопорошкового контроля более чувствительный, чем «сухой».
а) да; б) нет