

Раздел 9: Технология магнитопорошкового метода контроля

Определения:

Технология МПК – это совокупность способов, приёмов (режимов) и операций выполнения контроля, которая может быть изложена в виде технологической документации по ГОСТ 3.1102 (технологическая инструкция, методика и/или операционная (технологическая) карта)

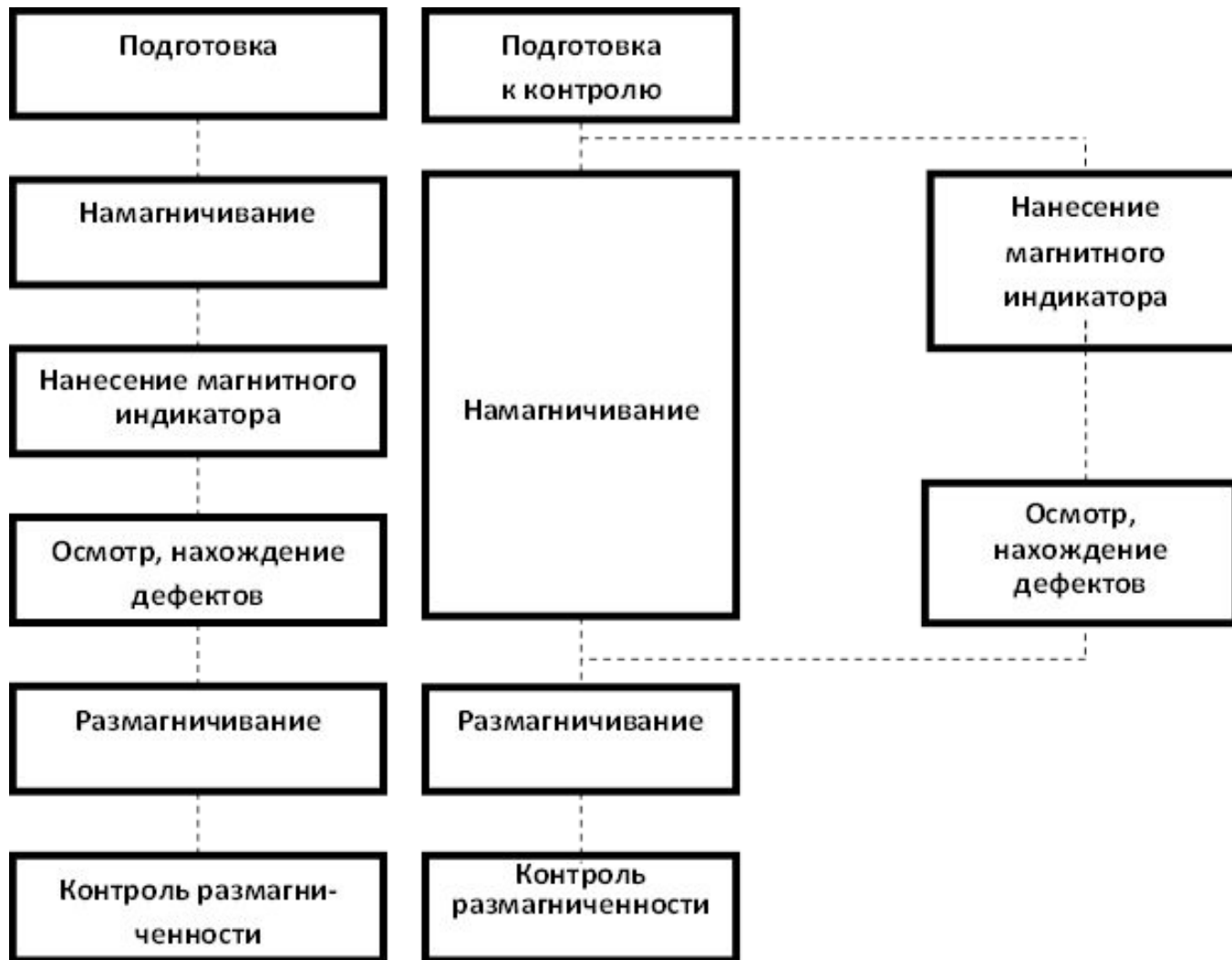
Технологическая инструкция МПК – нормативно-технический документ, содержащий последовательное описание способов, приемов (режимов) и операций выполнения МПК конкретных объектов с применением конкретных средств контроля (аппаратуры, вспомогательного оборудования, дефектоскопических материалов и средств метрологического обеспечения контроля), а также требования к квалификации персонала и охраны труда в условиях конкретных производственных процессов

Технологическая карта МПК - нормативно-технический документ, определяющий процесс выполнения контроля конкретной детали этим методом на рабочих местах и участках предприятия, а также в конструкции ремонтируемой техники. Карта оформляется в виде текста, разбитого на графы, с детализацией операций по переходам, без описания сущности контроля и без подробного изложения требований охраны труда. Обязательным в технологической карте является эскиз проверяемой детали с указанием ее положения в намагничивающем устройстве и зон контроля. Карта предназначена для непосредственного и постоянного применения на рабочем месте контроля. Технологическая карта, как правило, является приложением к технологической инструкции

Основные технологические операции магнитопорошкового контроля

СОН

СПП



Подготовка к контролю

подготовка
детали

подготовка средств
контроля

Перечень подготовительных работ:

- Демонтажно-монтажные работы
- Удаление загрязнений
- Зачистка мест электрического контакта
- Удаление влаги
- Обезжиривание поверхности КО
- Удаление лакокрасочного покрытия
- Нанесение на поверхность детали белой краски
- Снятие электростатических зарядов с поверхности детали

- Внешний осмотр и подготовка к работе дефектоскопа (НУ), вспомогательных приборов и оборудования
- Приготовление и проверка выявляющей способности магнитного индикатора
- Проверка работоспособности системы МПК, включающей **дефектоскоп (намагничивающее устройство) – магнитный индикатор – технология контроля деталей конкретного типа**
- Проверка наличия на рабочем месте средств для очистки деталей, необходимого слесарного инструмента, переносного светильника, лупы, мелков и т. д.

Проверка качества магнитных индикаторов

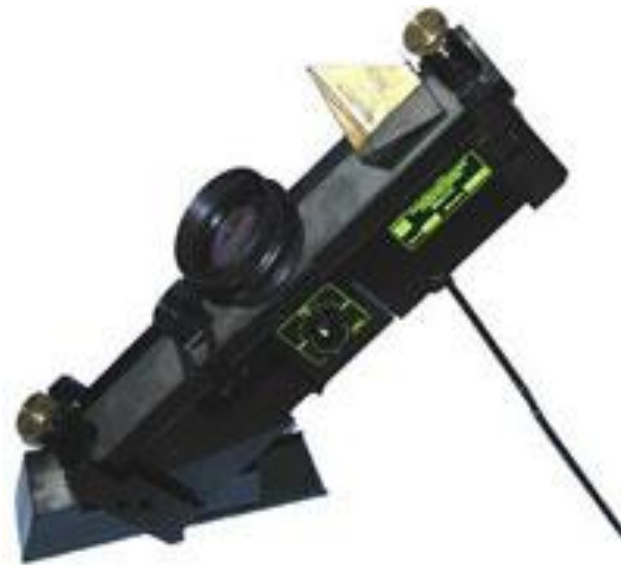
специальные приборы

контрольные образцы с искусственными дефектами

контрольные образцы с реальными дефектами



МФ-10СП



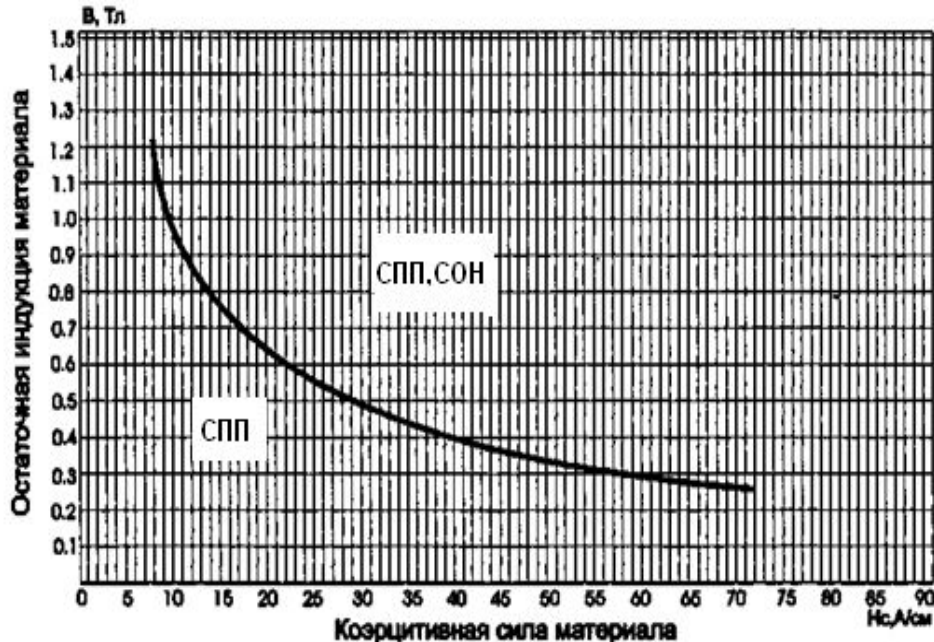
МОН-721

Намагничивани

е

СПОСОБ КОНТРОЛЯ

РЕЖИМ
НАМАГНИЧИВАНИЯ



Магнитомягкие материалы: $H_c \leq 9,5$
А/СМ

Магнитотвёрдые материалы: $H_c > 10,0$
А/СМ,

$B_r > 0,5$ Тл

- Выбор вида и способа намагничивания
- Определение намагничивающего тока
 - циркулярное намагничивание пропусканием тока по детали;
 - циркулярное намагничивание пропусканием тока по проводнику (стержню), вставленному в отверстие детали;
 - циркулярное намагничивание пропусканием тока по детали с прямоугольным сечением;
 - циркулярное намагничивание пропусканием тока по детали с сечением в виде профильного проката (тавр, двутавр, угольник или швеллер);
 - циркулярное намагничивание пропусканием тока по детали с применением электроконтактов;
 - полюсное (продольное) намагничивания деталей с помощью гибкого кабеля, соленоида или катушки;

Намагничивани

е

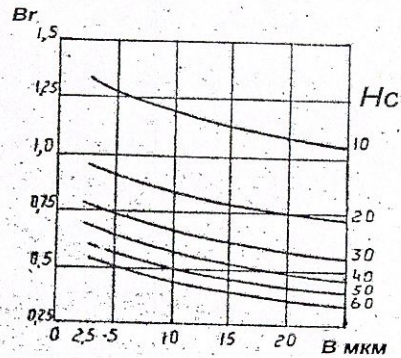


Рис. 9.2. Определение уровня чувствительности при контроле СОН для сталей с определенной коэрцитивной силой H_c (А/см) и остаточной индукцией Br (Тл)

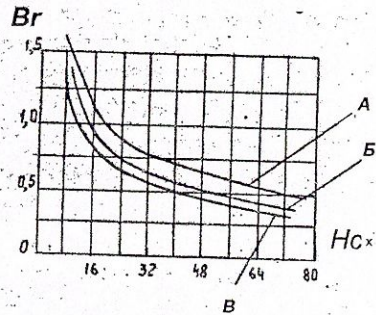


Рис.9.3. Определение возможности достижения уровней чувствительности А,Б,В при контроле СОН в зависимости от магнитных характеристик стали H_c (А/см) и Br (Тл)

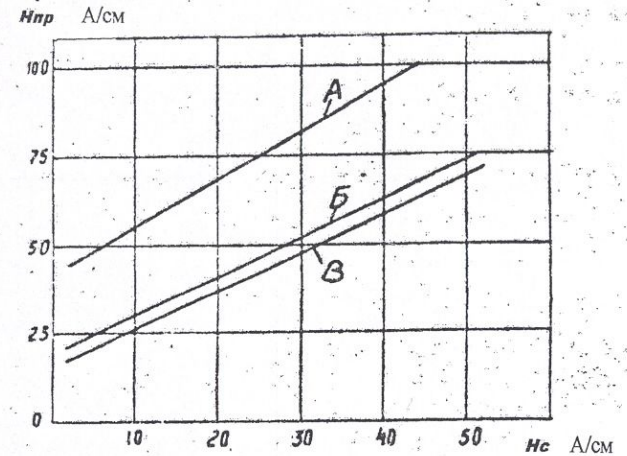


Рис.9.4. График определение магнитного поля с целью достижений уровней чувствительности А, Б, В с применением СПП

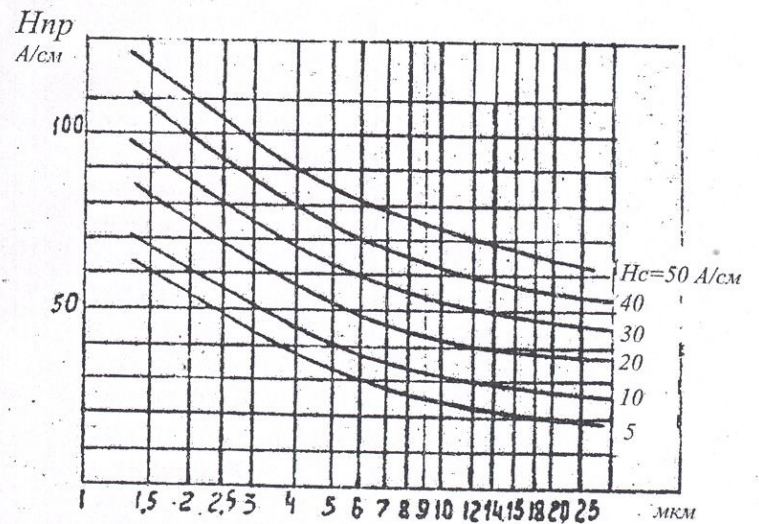
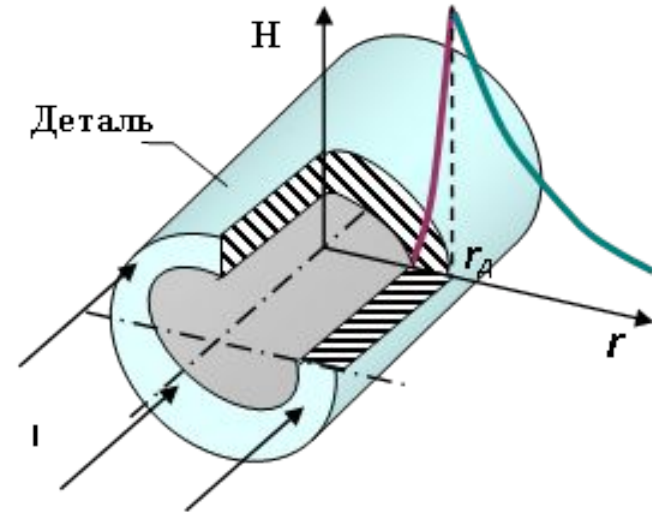
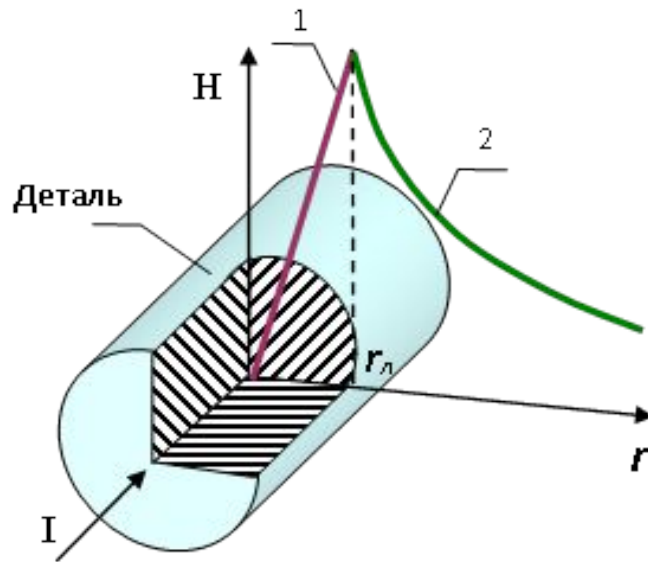


Рис. 9.5. График определения уровня чувствительности в мкТ (СПП) в зависимости от коэрцитивной силы материала (H_c) и величины приложенного магнитного поля $H_{пр}$

Циркулярное намагничивание пропусканием тока по детали

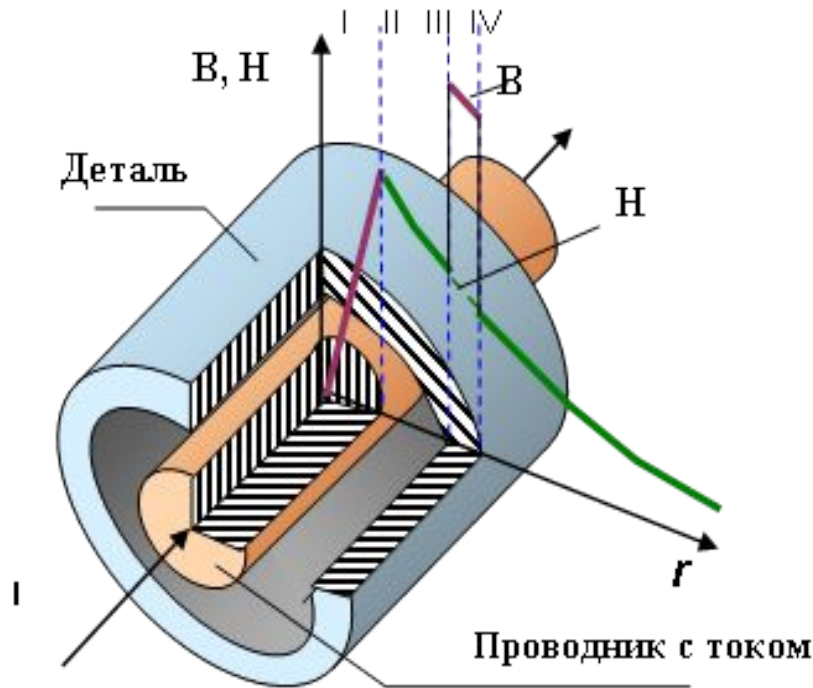


$$I = \pi D H$$

$$H = I r / 2\pi r_d^2 \quad \text{при } r < r_d$$

$$H = I / 2\pi r \quad \text{при } r > r_d$$

Циркулярное намагничивание пропусканием тока по проводнику (стержню), вставленному в отверстие детали



Участки:

I – внутри проводника магнитное поле увеличивается от центра к его поверхности;

II – в воздушном промежутке напряженность магнитного поля уменьшается по закону

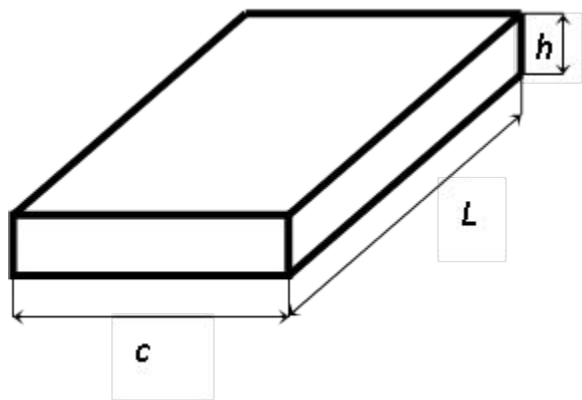
$$H = I/2\pi r;$$

III – внутри детали магнитная индукция резко возрастает из-за способности ферромагнитного материала намагничиваться; при этом напряженность магнитного поля, не зависящая от свойств среды, продолжает изменяться по тому же закону (пунктирная линия);

IV – на поверхности детали и по мере удаления от неё напряженность магнитного поля уменьшается по закону

$$H = I/2\pi r.$$

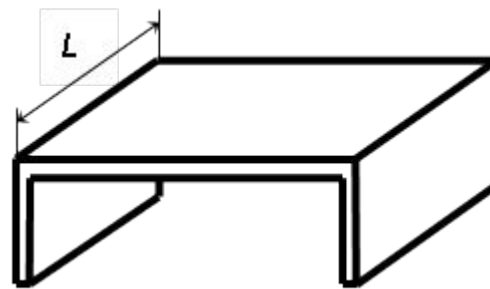
**Циркулярное намагничивание
пропусканием тока по
детали с прямоугольным
сечением**



$$I = 2 H(c + h) \quad \text{при} \quad c/h < 10$$

$$\text{или} \quad I = 2 H h \quad \text{при} \quad c/h > 10$$

**Циркулярное намагничивание
пропусканием тока по детали с
сечением в виде профильного
проката (тавр, двутавр,
угольник или швеллер)**



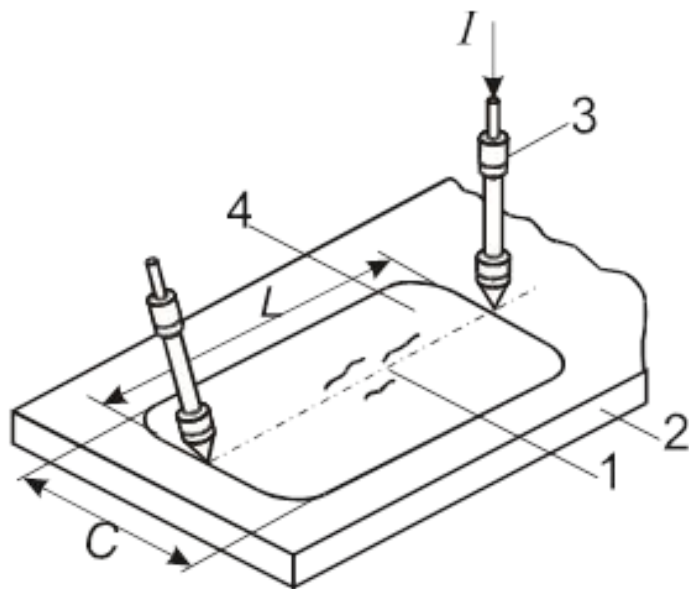
$$I = H p,$$

где p - периметр поперечного сечения детали;

$$I = 3,5 H \sqrt{S}$$

где S - площадь поперечного сечения детали

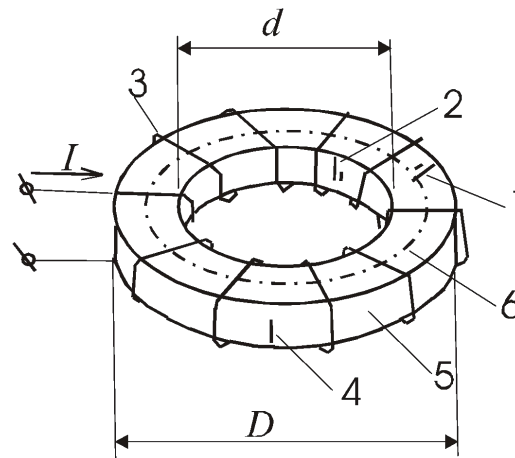
**Циркулярное намагничивание
пропусканием тока по
детали с применением
электроконтактов**



1 – дефекты; 2 – деталь; 3 – электроконтакты;
4 – зона контроля

$$I = (1,5...1,7)H \sqrt{(L^2 + C^2)}$$

**Циркулярное намагничивание
кольцевых деталей**



1, 2, 4 – дефекты; 3 – обмотка; 5 – деталь;
6 – средняя линия тороида

$$I = HL / W \text{ при } d > 0,7D$$

$$\text{или } I = HD / W \text{ при } d < 0,7D$$

Полюсное (продольное) намагничивания деталей с помощью гибкого кабеля, соленоида или катушки

Напряженность для короткого соленоида
(при $L < (4-5)R$) в его центральной точке

$$H = IW \sqrt{\frac{1}{D^2 + L^2}}$$

у концов соленоида

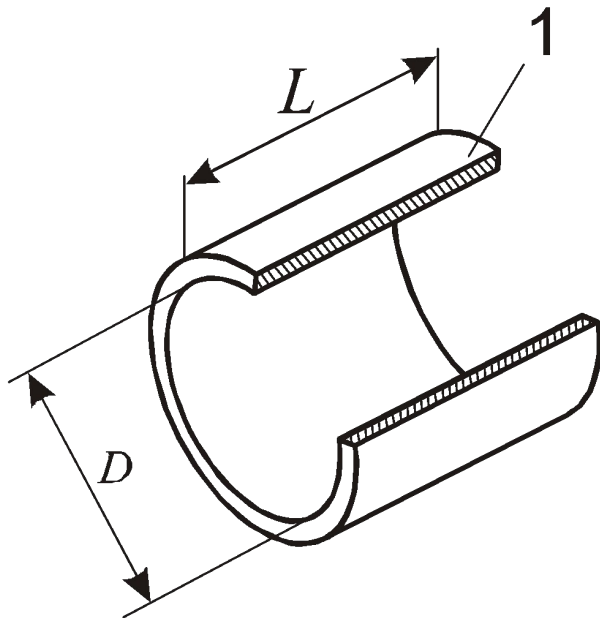
$$H = IW / 2 \sqrt{\frac{1}{D^2 + L^2}}$$

Напряженность для длинного соленоида
(при $L > (4-5)R$) в его центральной точке

$$H = IW / L$$

у концов соленоида

$$H = IW / 2L.$$



1 – соленоид;

L, D – длина и диаметр соленоида

Нанесение индикатора на контролируемую поверхность детали

Рекомендации:

1. Соблюдать оптимальный способ нанесения суспензии
2. При контроле детали следует располагать под наклоном к горизонту (угол приблизительно 10...20 градусов)
3. При контроле СПП магнитный порошок начинает перемещаться по поверхности детали и скапливаться вблизи НУ *(На участки контролируемой поверхности, оказавшиеся без порошка, следует подсыпать порошок, а излишки порошка сдувать слабым потоком воздуха, например с помощью резиновой груши; при включенном соленоиде магнитный порошок наносят перемещением распылителя в пределах зоны достаточной намагниченности детали по направлению к соленоиду).*
4. Перед нанесением на контролируемую поверхность магнитную суспензию необходимо тщательно перемешать
5. При контроле с применением переносных электромагнитов суспензию наносят до включения тока и при необходимости добавляют её во время действия магнитного поля на деталь. *Этот контроль проводят только СПП*
6. При контроле с использованием постоянных магнитов суспензию наносят после установки НУ в зону контроля
7. На вертикальные поверхности детали магнитную суспензию следует наносить с помощью распылителей (аэрозольных баллонов), располагая их на расстоянии 100...300 мм от контролируемой поверхности

Осмотр контролируемой поверхности детали и обнаружение дефектов

Условия проведения осмотра деталей:

1. Осмотр контролируемой поверхности проводят непосредственно после прекращения намагничивания и стекания суспензии
2. Осмотр деталей проводят на рабочем месте, оборудованном комбинированным освещением (общее и местное); общая освещенность рабочего места должна быть **не менее 200 лк**, комбинированная освещенность - **не менее 500 лк**. Интенсивность освещенности контролируемой поверхности при осмотре деталей без применения источников ультрафиолетового (УФ) излучения должна быть не менее **1000 лк**.
3. Осмотр зон контроля детали проводят невооруженным глазом или с помощью лупы с 2-, 4- или 7-кратным увеличением. При осмотре деталей с резьбой применение луп является обязательным.
4. Осмотр внутренних полостей деталей выполняют с помощью эндоскопов, поворотных зеркал и других специальных смотровых устройств, изготовленных из немагнитных материалов, которые расширяют возможности МПК.
5. При контроле деталей с темной поверхностью её целесообразно предварительно покрывать тонким слоем цветной краски, стойкой к воздействию дисперсионной среды суспензии, толщиной 10...20 мкм.
6. При использовании магнитных люминесцентных порошков поверхность детали осматривают при облучении либо УФ светом в спектральном диапазоне (от 315 нм до 400 нм) с номинальной максимальной интенсивностью излучения на длине волны около 365 нм, либо синим светом с номинальной максимальной интенсивностью излучения на длине волны 455 ± 5 нм с полной шириной кривой распределения на уровне полумаксимумы не более 30 нм.

Расшифровка индикаторных рисунков

Индикаторный рисунок дефекта - это изображение, образованное магнитным порошком на поверхности КО в месте расположения дефекта в виде несплошности или магнитной неоднородности материала, подобное форме сечения дефекта на поверхности КО

Принципы, используемые при расшифровке:

1. При обнаружении, анализе и распознавании индикаторного рисунка дефекта следует обращать внимание на его цвет, яркость, контраст, размеры, форму рисунка, чёткость его контура и другие признаки
2. Наиболее опасными дефектами деталей являются трещины различного происхождения. Они выявляются отложениями магнитного порошка в виде линий различной конфигурации, как правило, с изломами и изгибами. Например:
 - над поверхностными усталостными трещинами образуется индикаторный рисунок в виде чёткого тонкого плотного валика магнитного порошка по всей их длине;
 - над закалочными трещинами образуется чёткий разветвлённый прерывистый индикаторный рисунок;
 - над шлифовочными трещинами образуется чёткий индикаторный рисунок в виде сетки
3. Индикаторные рисунки, образующиеся на других дефектах, имеют следующие характерные особенности или основные признаки:
 - плоскостные дефекты в виде непроваров, расслоений, несплавлений, волосовин или подрезов проявляются так же, как трещины, – в виде удлиненных линий;
 - объемные дефекты (поры, раковины, включения) образуют округлые индикаторные рисунки;
 - подповерхностные дефекты обычно дают нечёткое осаждение магнитного порошка.

Ложные дефекты, наблюдаемые при магнитопорошковом контроле

Индикаторные рисунки ложных дефектов могут наблюдаться в следующих случаях:

- по месту касания намагниченной поверхности каким-либо ферромагнитным предметом (отверткой, другой деталью и др.); в этом месте образуется дефект типа «магнитная запись» (1);
- в местах резкого изменения сечения детали (2, 3);
- по месту локального наклепа (4);
- по местам ярко выраженной текстуры металла, карбидной полосчатости и ликвации (5);
- по волокнам металла (6);
- по месту раздела двух структур (7);
- по структурной неоднородности сварного шва со снятым валиком усиления (8);
- на острых краях деталей (9);
- по местам больших внутренних напряжений (10);
- по границам сварных швов и зонам термического влияния (11);
- в виде цепочек между полюсами электромагнита (12);
- на участках поверхности с незначительными повреждениями или изменениями микрогеометрии, например по рискам;
- по местам электростатических зарядов и т.п.

