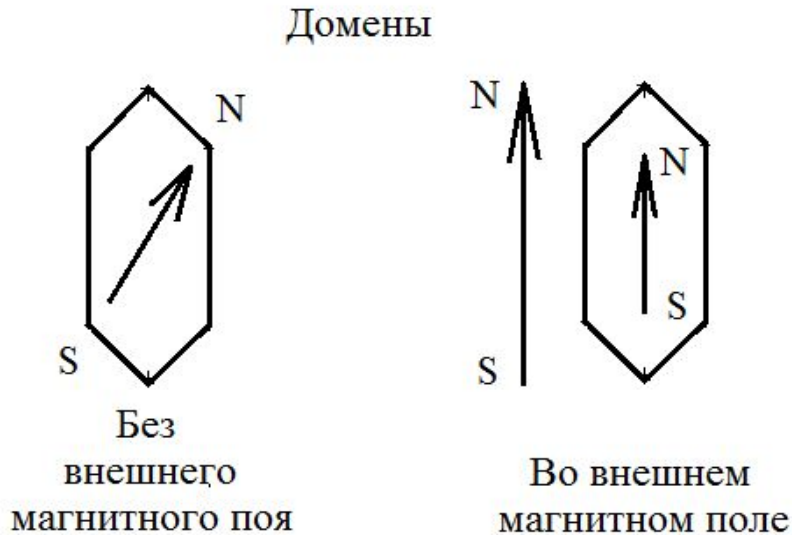
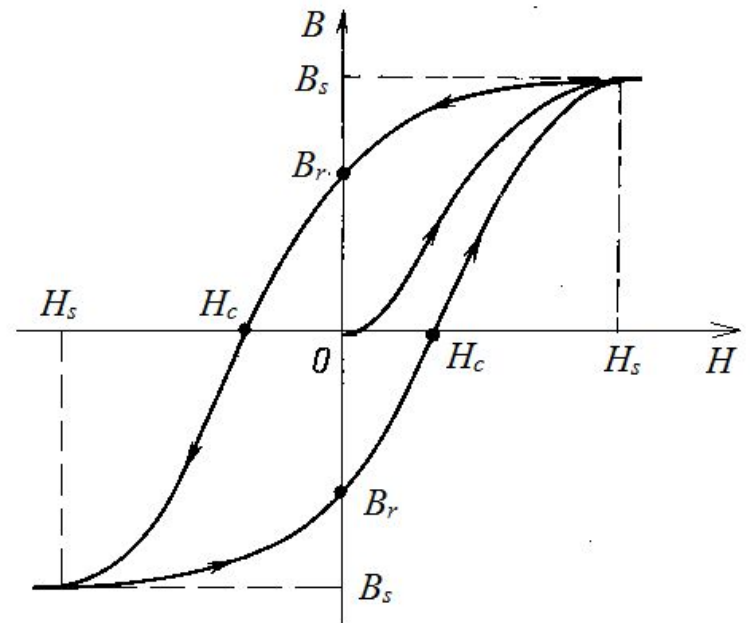


Магнитопорошковая дефектоскопия (МПД)

Характеристики магнитного поля



Ориентация магнитных доменов в ферромагнетиках при наличии внешнего магнитного поля

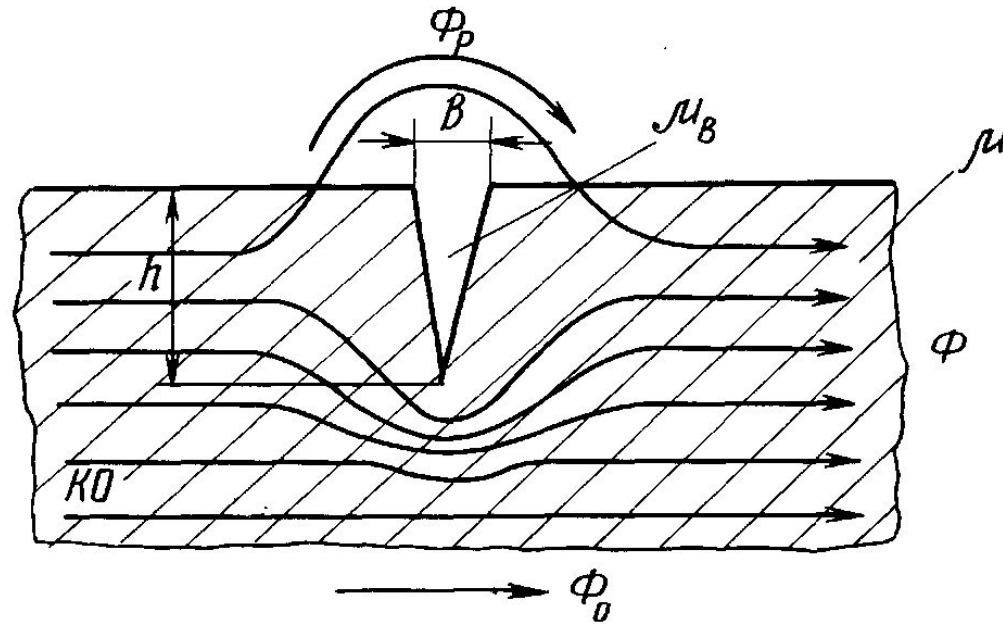


Предельная петля магнитного гистерезиса ферромагнетиков

Значения относительной магнитной проницаемости некоторых металлов и сплавов

Материал	μ	Материал	μ
Медь	0,999991	Кобальт	174
Алюминий	1,000023	Углеродистые стали	1000...7500
Железо	≈ 8000	Чугуны	200...700
Никель	1120	Пермаллой	115 000

Формирование магнитного поля рассеяния над дефектом



Для бездефектного участка:

$$H = \frac{\Phi}{\mu} = \frac{\Phi}{\mu \cdot S}$$

Для участка с дефектом:

$$H_{\delta} = \frac{\Phi + \Phi_p}{\mu_{\epsilon} (S - S_{\delta})}$$

S – площадь поперечного сечения КО; S_{δ} – площадь поперечного сечения дефекта; Φ_p – магнитный поток поля рассеяния; Φ_0 – внешнее магнитное поле; Φ – формирующееся в материале КО магнитное поле.

$$\mu_{\epsilon} \ll \mu \quad \longrightarrow \quad H_{\delta} \gg H$$

Магнитопорошковая дефектоскопия

МПД основана на явлении притяжения частиц магнитного порошка в местах выхода на поверхность КО магнитного потока, связанного с наличием нарушения сплошности материала. На поверхности изделия создаются локальное магнитное поле, притягивающие частицы магнитного порошка, в результате чего место дефекта становится видимым.

ГОСТ 21105-87. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.

Границы применения МПД: распространяется на магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей, изделий и полуфабрикатов из ферромагнитных материалов с относительной магнитной проницаемостью $\mu \geq 40$.

Чувствительность МПД: позволяет обнаруживать дефекты типа тонких поверхностных нарушений сплошности, трещин, расслоений и др. с шириной раскрытия у поверхности $> 0,001$ мм и глубиной $> 0,01$ мм. Эффективен также для выявления подповерхностных дефектов, находящихся на глубине до 1,5...2 мм.

Магнитопорошковая дефектоскопия

Последовательность операций при МПД:

1. Подготовка КО.
2. Намагничивание изделия.
3. Нанесение магнитного индикатора (порошка или суспензии) на поверхность КО.
4. Осмотр поверхности на предмет наличия отложений магнитного порошка в местах дефектов. Расшифровка индикаторного рисунка и разбраковка.
5. Размагничивание и контроль размагниченности. Удаление с детали остатков магнитного индикатора.

Подготовка КО к контролю

Включает в себя очистку поверхности КО от покрытий, отслаивающейся окалины, масел, грязи и т. п.).

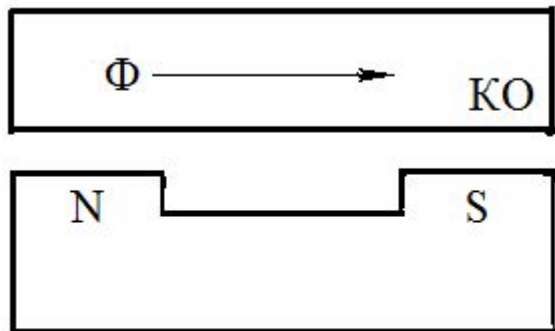
Необходимо обеспечить шероховатость поверхности $Rz \leq 6.3$ мкм.

Если поверхность детали темная, и черный магнитный порошок на ней плохо виден, то деталь иногда покрывают тонким просвечивающим слоем белой контрастной краски либо алюминиевой пудрой.

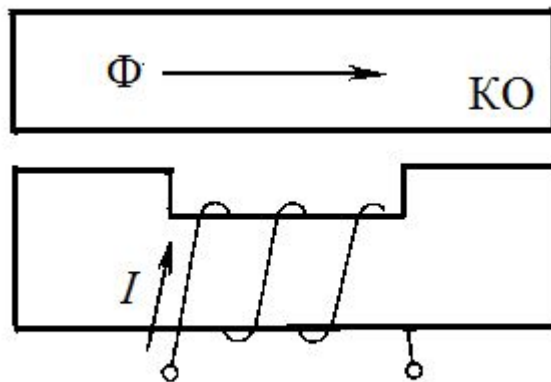
Магнитопорошковая дефектоскопия

Намагничивание КО

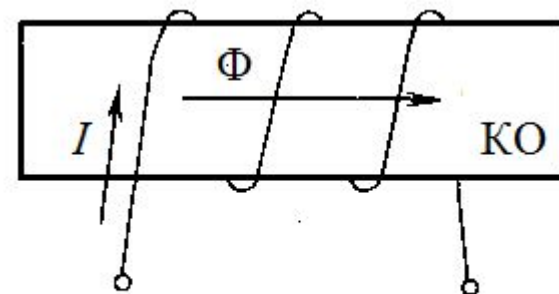
Продольное намагничивание КО



Поле постоянного магнита



Поле электромагнита



Поле соленоида

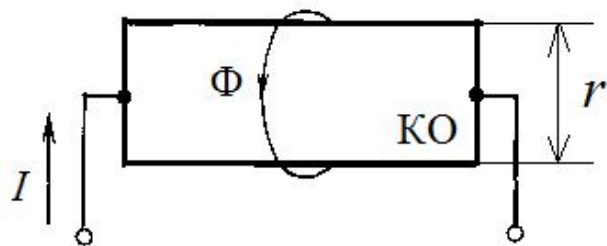
- ✓ Продольное намагничивание постоянным магнитом и полем электромагнита чаще всего используют при контроле плоских участков КО.
- ✓ Продольное намагничивание соленоидом используют при МПД протяженных объектов.



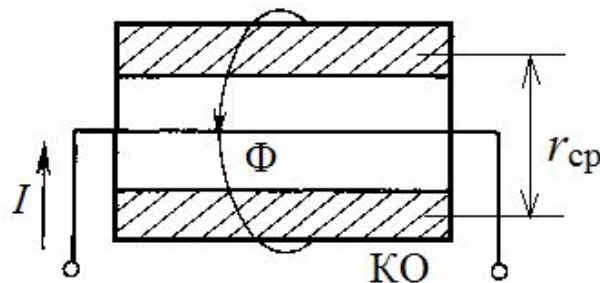
Магнитопорошковая дефектоскопия

Намагничивание КО

Циркулярное намагничивание КО



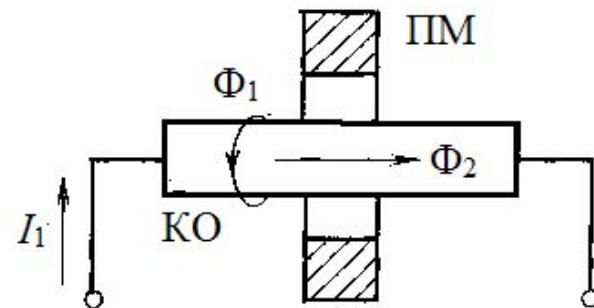
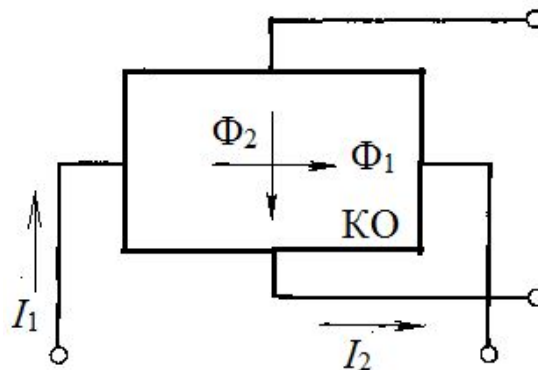
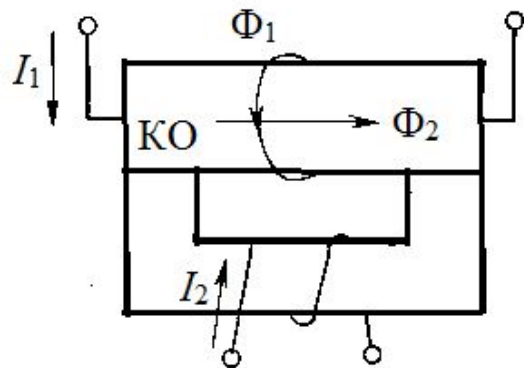
Пропусканием тока по
всему изделию



Пропусканием тока по проводнику
в отверстии изделия или с помощью
индуцированного тока

$$H = \frac{I}{2\pi \cdot r_{cp}}$$

Комбинированное намагничивание КО



- ✓ Намагничивание осуществляют переменными магнитными полями во взаимно перпендикулярных направлениях;
- ✓ Намагничивающие магнитные поля не должны быть одинаковой частоты.

Магнитопорошковая дефектоскопия

Нанесение магнитного индикатора

1. Сухой способ – нанесение высокодисперсных порошков Fe_3O_4 (размер частиц 0,1...10 мкм) в виде воздушной смеси с использованием распылителей.
2. Мокрый способ – нанесение магнитной суспензии (наносится, как правило, в виде баллончиков).

Осмотр поверхности. Расшифровка индикаторного рисунка и разбраковка

Проводится визуально, иногда с использованием оптических приборов.

Размагничивание и контроль размагниченности. Удаление с детали остатков магнитного индикатора.

- ✓ Воздействие переменным магнитным полем с напряженностью, убывающей от максимального значения до нуля.
- ✓ Нагрев выше температуры Кюри.

МПД способом приложенного поля и способом остаточной намагниченности

Способ приложенного поля

Намагничивание и обработка магнитной суспензией (или порошком) совпадают.

Намагничивание заканчивается после полного стекания суспензии с детали.

Применение:

- ✓ для магнитных материалов с любым значением коэрцитивной силы;
- ✓ при наличии немагнитных покрытий на поверхности объекта.

Способ остаточной намагниченности

Предварительное намагничивание + последующее нанесение магнитной суспензии (порошка).

Применение:

- ✓ для материалов с высокой коэрцитивной силой (более 10 А/см) и остаточной индукцией (не менее 0,5 Тл);
- ✓ при отсутствии немагнитных покрытий либо при наличии тонкого немагнитного покрытия на поверхности объекта не более 30 мкм.