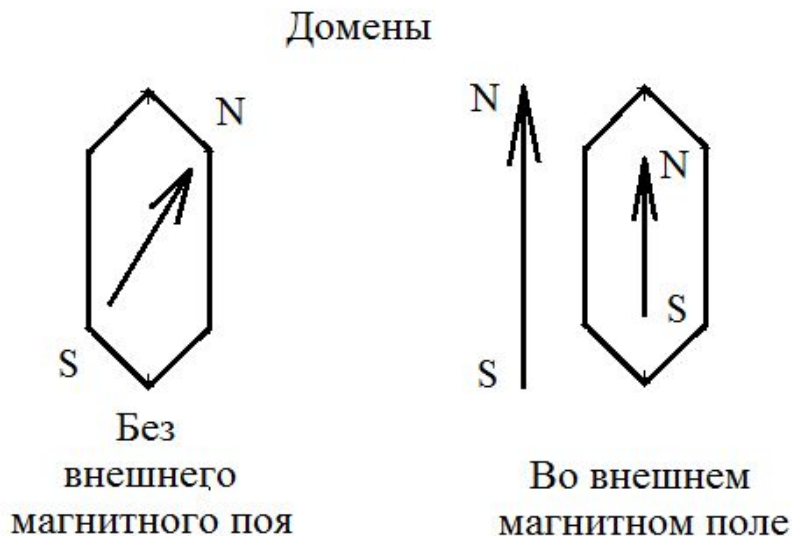
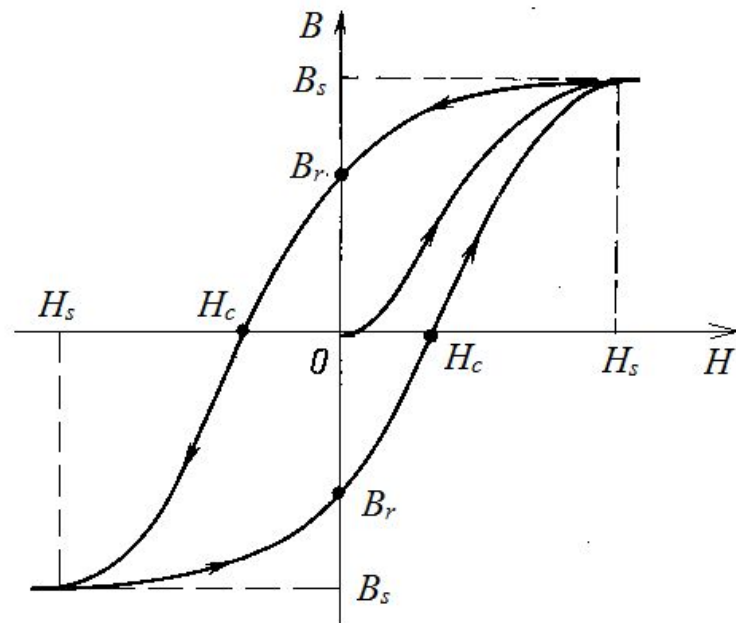


# *Магнитопорошковая дефектоскопия (МПД)*

## Характеристики магнитного поля



Ориентация магнитных доменов в ферромагнетиках при наличии внешнего магнитного поля

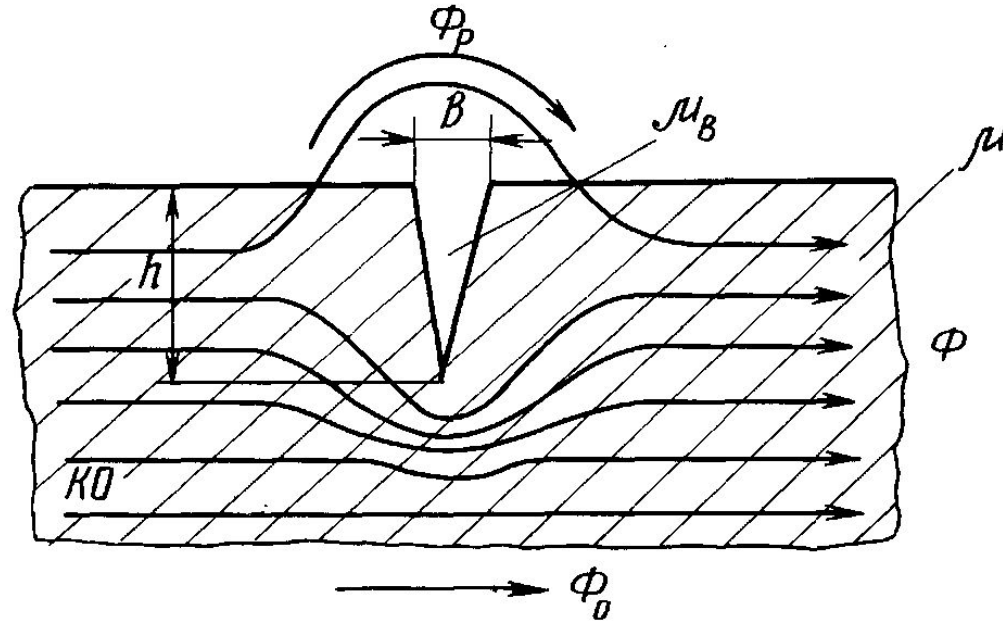


Предельная петля магнитного гистерезиса ферромагнетиков

### Значения относительной магнитной проницаемости некоторых металлов и сплавов

Материал	$\mu$	Материал	$\mu$
Медь	0,999991	Кобальт	174
Алюминий	1,000023	Углеродистые стали	1000...7500
Железо	$\approx 8000$	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;  $S_{\delta}$  – площадь поперечного сечения дефекта;  $\Phi_p$  – магнитный поток поля рассеяния;  $\Phi_0$  – внешнее магнитное поле;  $\Phi$  – 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.).

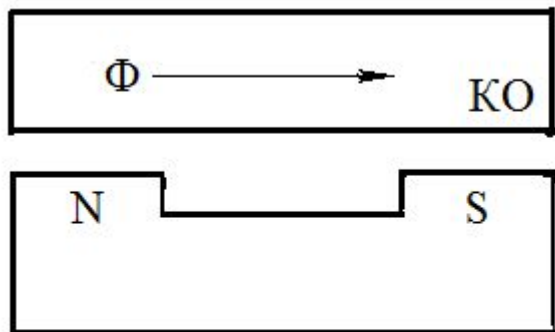
Необходимо обеспечить шероховатость поверхности  $Rz \leq 6.3$  мкм.

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.

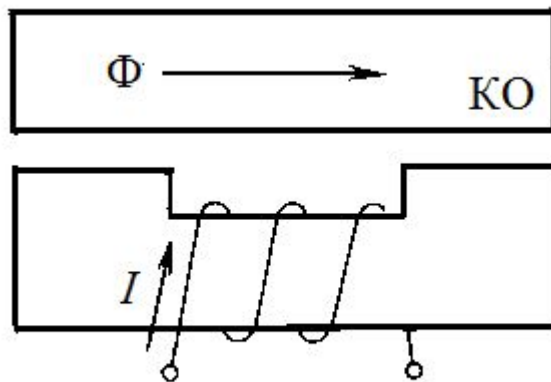
# Магнитопорошковая дефектоскопия

## Намагничивание КО

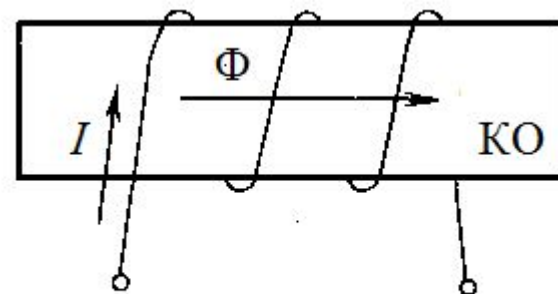
### Продольное намагничивание КО



Поле постоянного магнита



Поле электромагнита



Поле соленоида

✓ Продольное намагничивание постоянным магнитом и полем электромагнита чаще всего используют при контроле плоских участков КО.

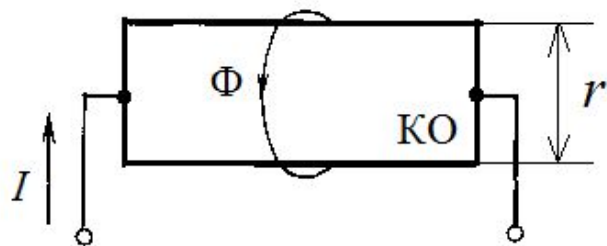
✓ Продольное намагничивание соленоидом используют при МПД протяженных объектов.



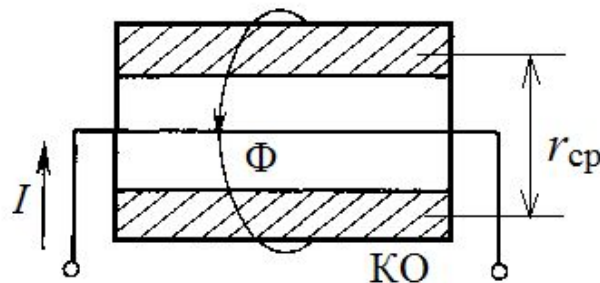
# Магнитопорошковая дефектоскопия

## Намагничивание КО

### Циркулярное намагничивание КО



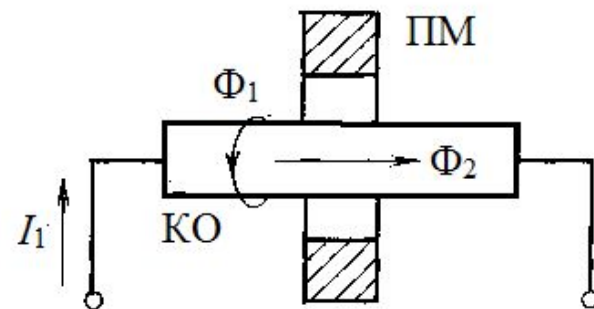
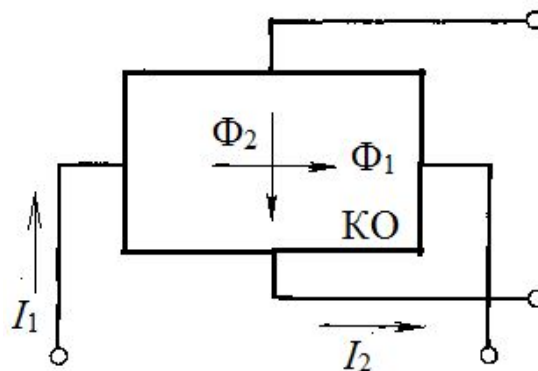
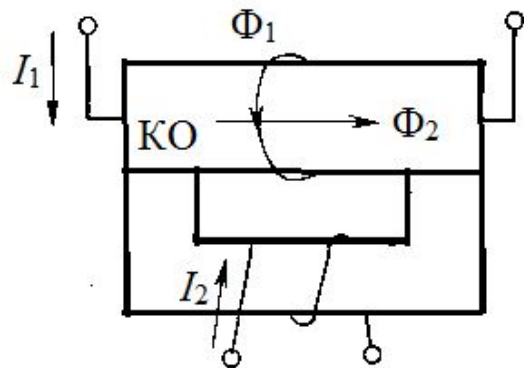
Пропусканием тока по  
всему изделию



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

$$H = \frac{I}{2\pi \cdot r_{ср}}$$

### 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  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (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.