

## Лекция 13

# **Четырехполюсники. Магнитные цепи.**

Параграф 2.7, 6.1-62 учебника

## Лекция №13 Четырехполюсники

---

Часть электрической цепи, рассматриваемая по отношению к любым двум парам её зажимов, называется **четырёхполюсником**.

Зажимы четырёхполюсника, к которым присоединяется источник электрической энергии, называются **ВХОДНЫМИ**.

Зажимы четырёхполюсника, к которым присоединяется нагрузка, называются **ВЫХОДНЫМИ**.

# Лекция №13 Четырехполюсники

---



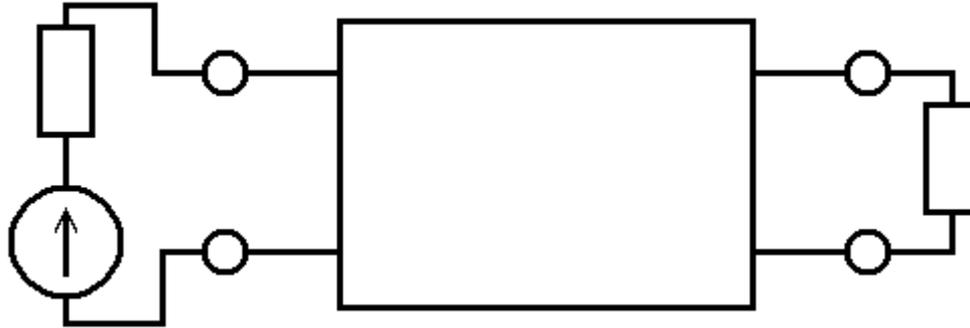
Четырехполюсники подразделяются на **активные и пассивные.**

**Активный** – если он содержит внутри источник электрической энергии.

**Пассивный** – если не содержит внутри источник.

# Лекция №13 Четырехполюсники

---



Четырехполюсником можно представить однофазную линию передачи электрической энергии, трансформатор, электрический фильтр, усилитель или любое другое устройство, имеющее два зажима входных и два зажима выходных.

# Лекция №13 Четырехполюсники

---



Четырехполюсник можно описать шестью системами уравнений, устанавливающих связи между  $U_{вх}$ ,  $I_{вх}$ ,  $U_{вых}$ ,  $I_{вых}$ .

# Лекция №13 Четырехполюсники

---

$$\underline{U}_1 = \underline{z}_{11} \cdot \underline{I}_1 + \underline{z}_{12} \cdot \underline{I}_2$$

$$\underline{U}_2 = \underline{z}_{21} \cdot \underline{I}_1 + \underline{z}_{22} \cdot \underline{I}_2$$

$\underline{z}_{11}$  - входное сопротивление при х.х. на выходе

$\underline{z}_{12}$  - передаточное сопротивление при х.х. на входе

$\underline{z}_{21}$  - передаточное сопротивление при х.х. на выходе

$\underline{z}_{22}$  - выходное сопротивление при х.х. на входе

## Лекция №13 Четырехполюсники

---

$$\underline{U}_1 = h_{11} \cdot \underline{I}_1 + h_{12} \cdot \underline{U}_2$$

$$\underline{I}_2 = h_{21} \cdot \underline{I}_1 + h_{22} \cdot \underline{U}_2$$

$h_{11}$  – входное сопротивление при к.з. на выходе

$h_{12}$  – коэффициент обратной связи при х.х. на входе

$h_{21}$  – коэффициент передачи по току при к.з. на выходе

$h_{22}$  – выходная проводимость при х.х. на входе

## Лекция №13 Четырехполюсники

---

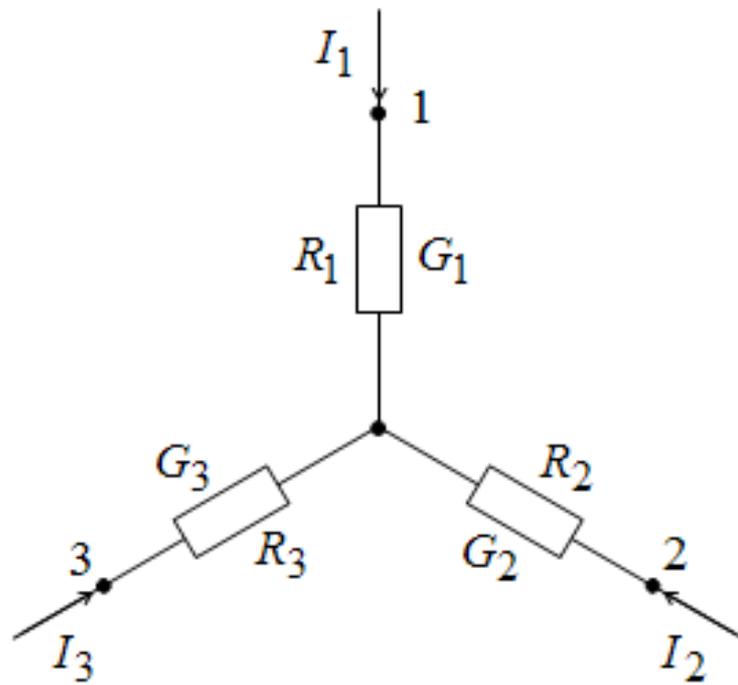
$$h_{11} = \frac{U_1}{I_1} \Big|_{U_2 = 0}$$

$$h_{12} = \frac{U_1}{U_2} \Big|_{I_1 = 0}$$

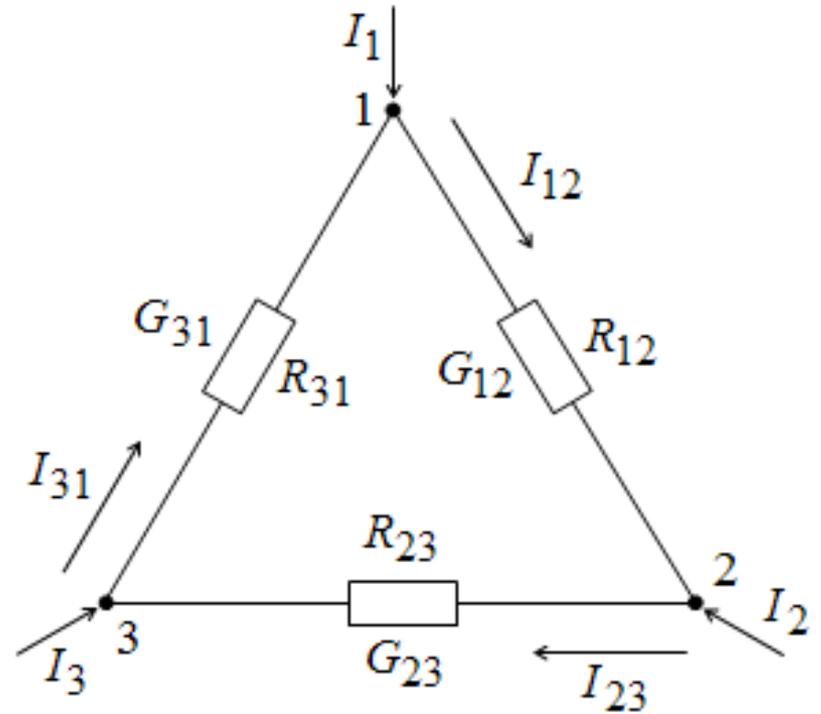
$$h_{21} = \frac{I_2}{I_1} \Big|_{U_2 = 0}$$

$$h_{22} = \frac{I_2}{U_2} \Big|_{I_1 = 0}$$

# Лекция №13 Преобразование треугольник-звезда



а)



б)

# Лекция №13 Преобразование треугольник-звезда

---

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = \frac{R_{12} \cdot R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \\ R_2 = \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \\ R_3 = \frac{R_{23} \cdot R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_3} \\ R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1} \\ R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 \cdot R_1}{R_2} \end{array} \right.$$

## Лекция №13 Магнитные цепи

---

Величины, характеризующие магнитное поле:

- Магнитный поток –  $\Phi$  (Вб);
- Магнитная индукция –  $B$  (Тл);
- Напряженность магнитного поля –  $H$  (А/м)

$$\Phi = \int_s B \cdot dS \qquad \Phi = B \cdot S$$

# Лекция №13 Магнитные цепи

---

Магнитная проницаемость

$$B = \mu \cdot H$$

$$\mu_0 = 1,256637 \cdot 10^{-6} \text{ H/A}^2$$

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$$

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

# Лекция №13 Магнитные цепи

---

Все материалы подразделяются на:

- диамагнитные;  $\mu_r < 1$
- парамагнитные;  $\mu_r > 1$
- ферромагнитные.  $\mu_r \gg 1$

# Лекция №13 Магнитные цепи

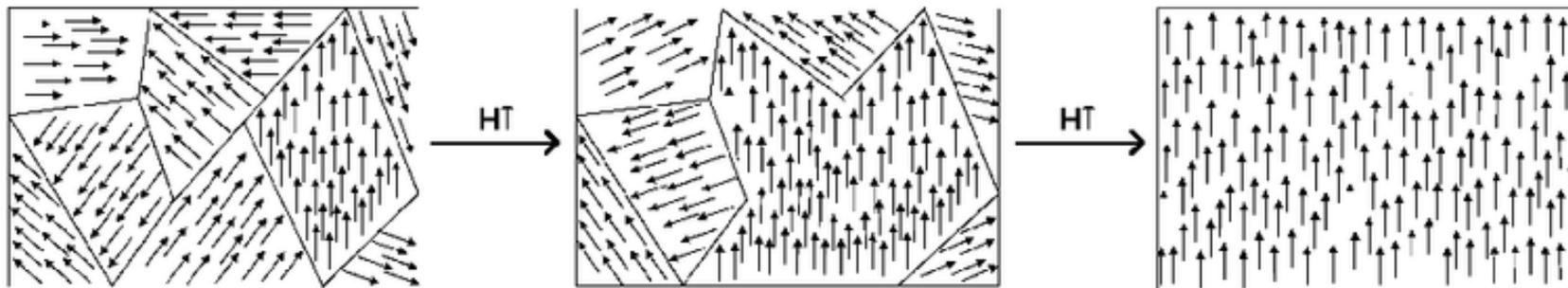
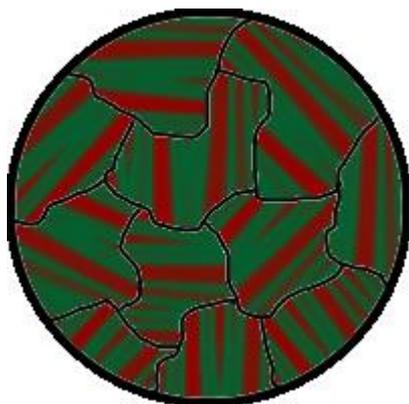
---

Точка Кюри:

Температура, при превышении которой ферромагнетик становится парамагнетиком.

# Лекция №13 Магнитные цепи

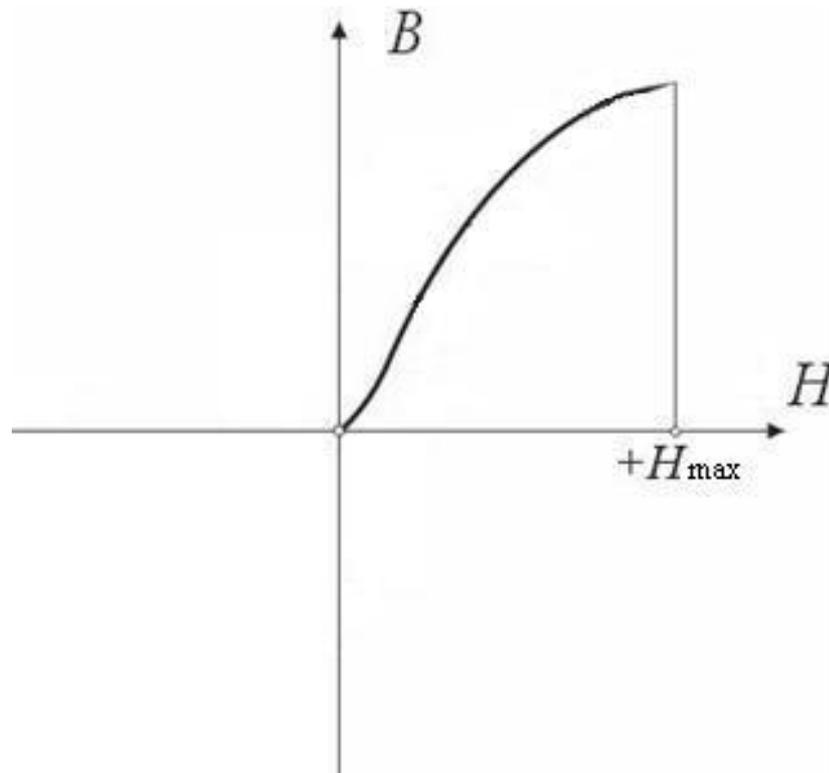
---



# Лекция №13 Магнитные цепи

---

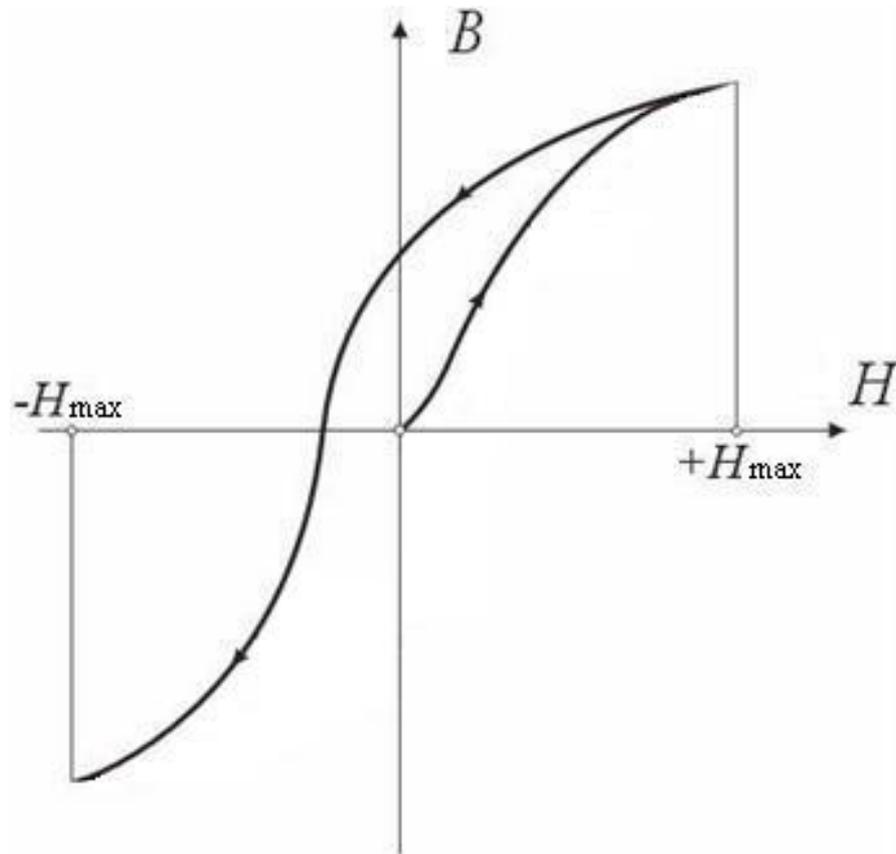
## Первоначальная кривая намагничивания



# Лекция №13 Магнитные цепи

---

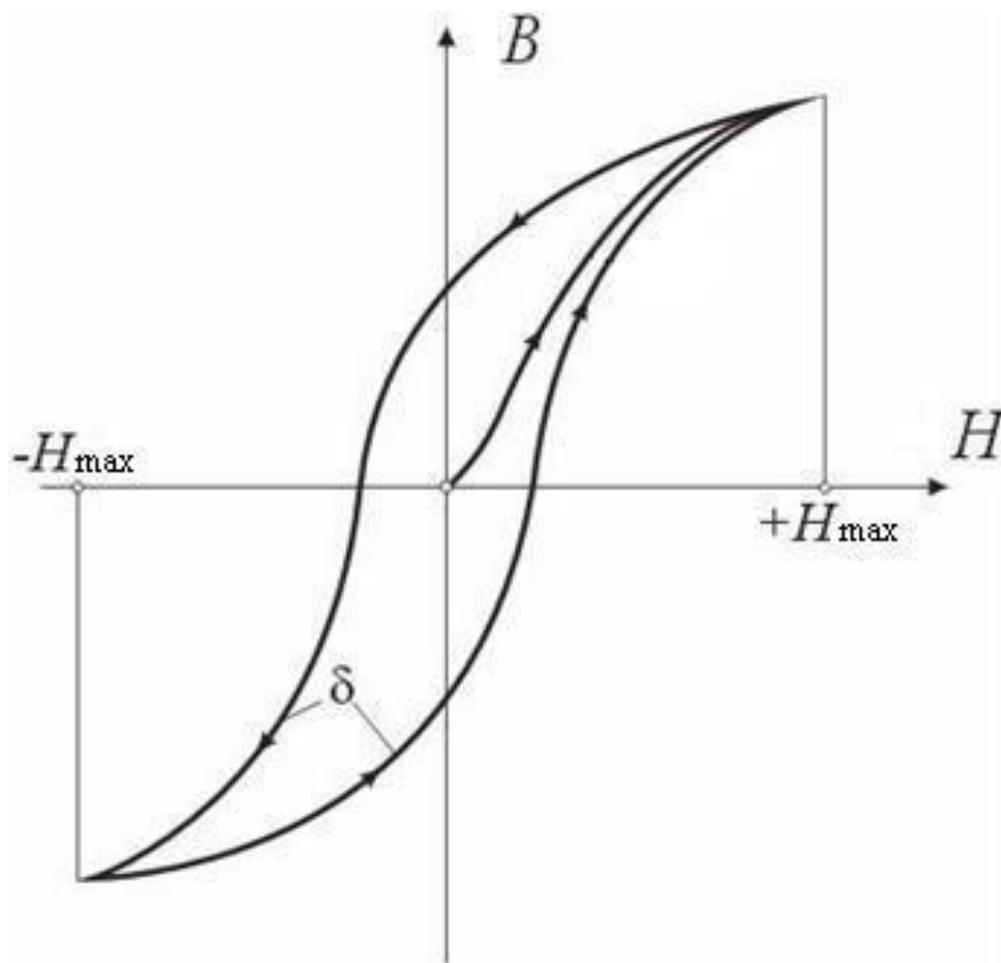
## Перемагничивание ферромагнитного материала



# Лекция №13 Магнитные цепи

---

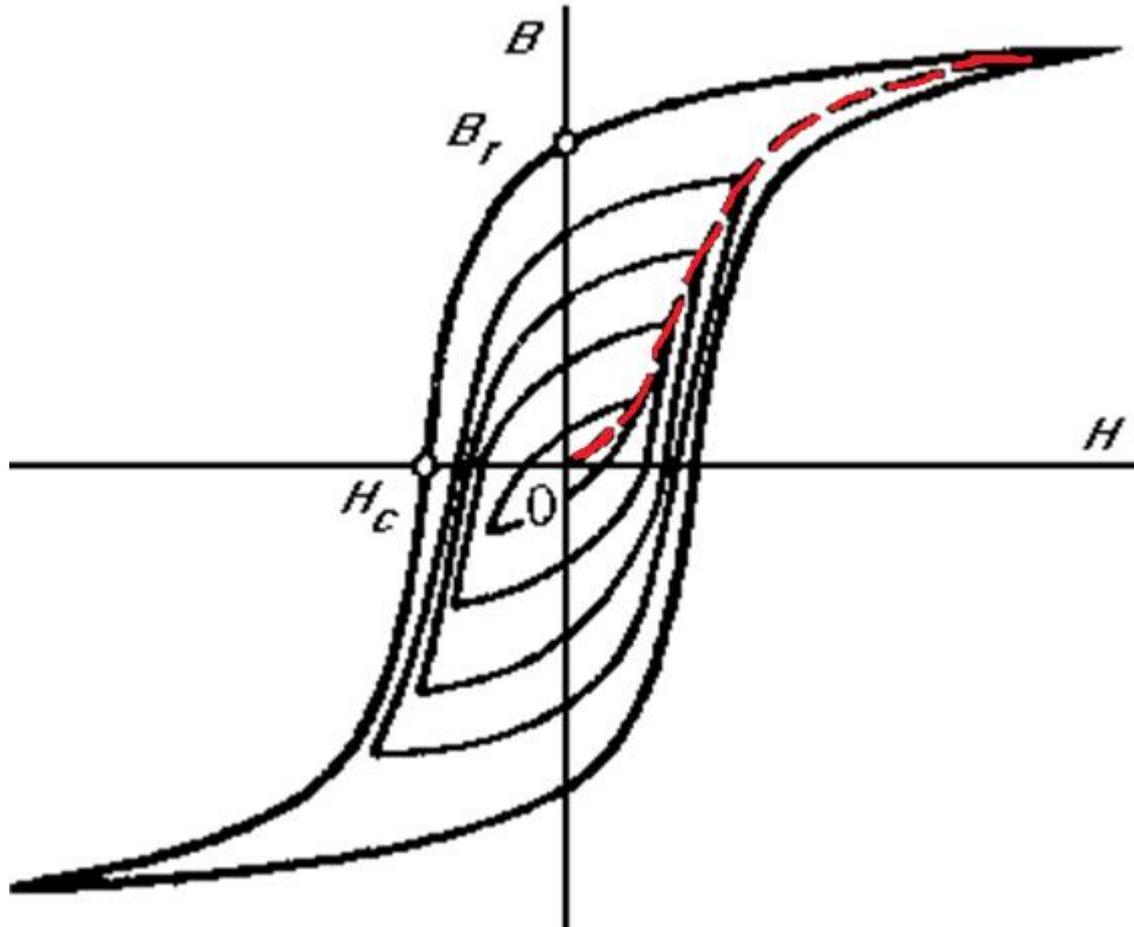
## Петля гистерезиса



# Лекция №13 Магнитные цепи

---

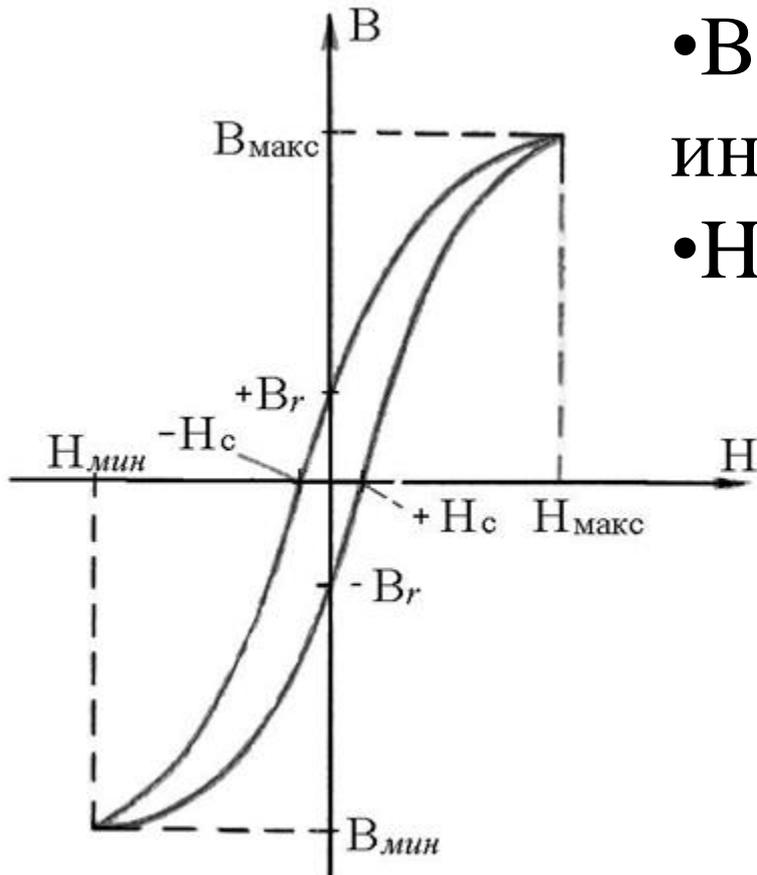
Петли гистерезиса. Пунктиром выделена основная кривая намагничивания.



# Лекция №13 Магнитные цепи

---

## Предельная петля гистерезиса

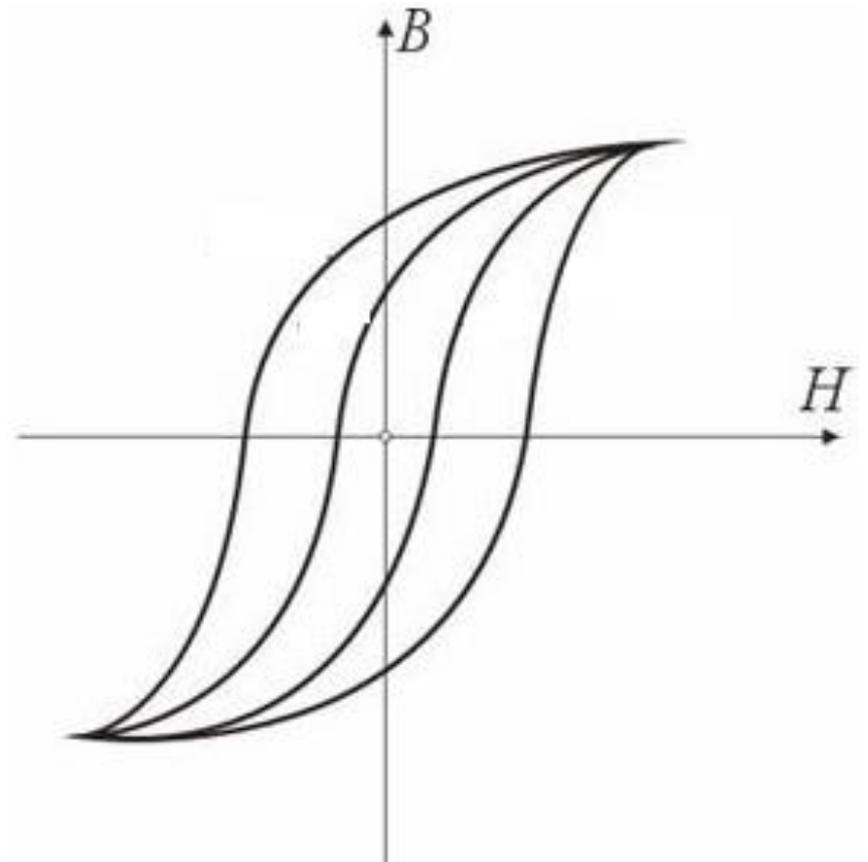


- $B_r$  – остаточная магнитная индукция
- $H_c$  – коэрцитивная сила

## Лекция №13 Магнитные цепи

---

По коэцидивной силе, ферромагнитные материалы подразделяются на магнитомягкие ( $H_c < 4$  кА/м) и магнитотвердые.



# Лекция №13 Магнитные цепи

---

Энергетические потери в магнитных цепях:

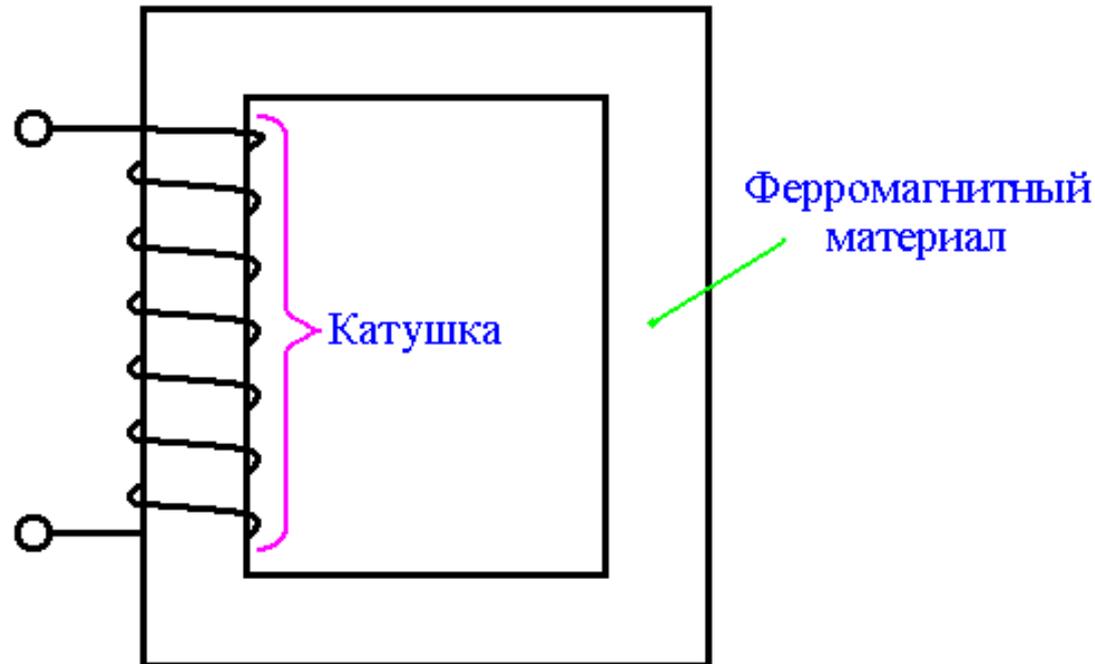
1. Потери на перемагничивание
2. Потери на вихревые токи (токи Фуко)

# Лекция №13 Магнитные цепи

---

## Классификация магнитных цепей

Однородная магнитная цепь. Все участки магнитной цепи выполнены из одного и того же материала, то цепь называется однородной

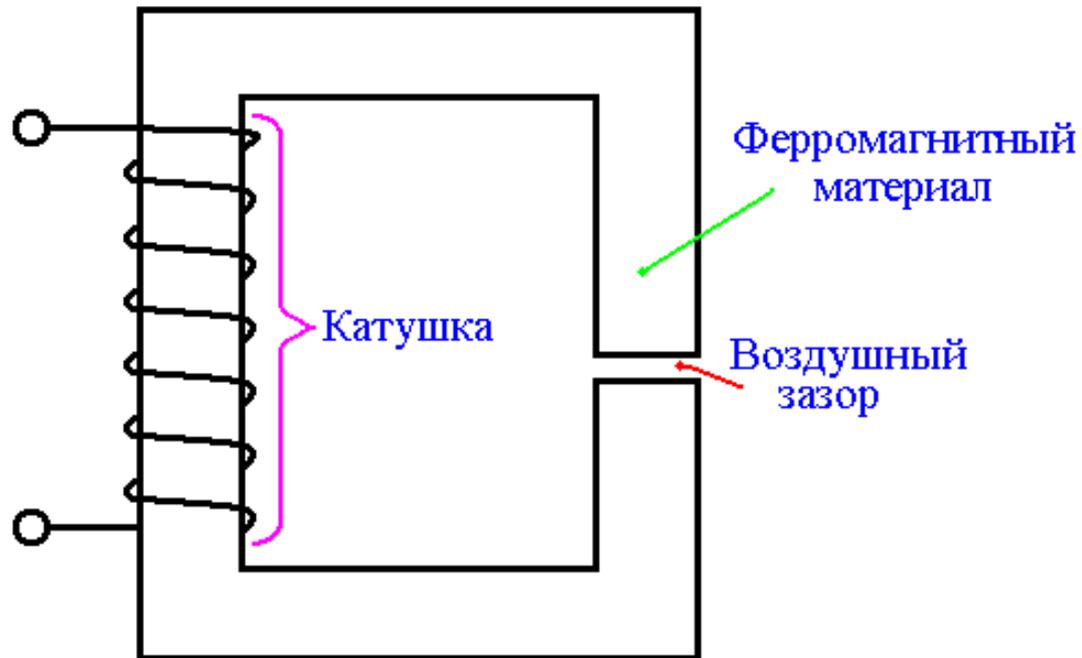


# Лекция №13 Магнитные цепи

---

## Классификация магнитных цепей

Неоднородная магнитная цепь.

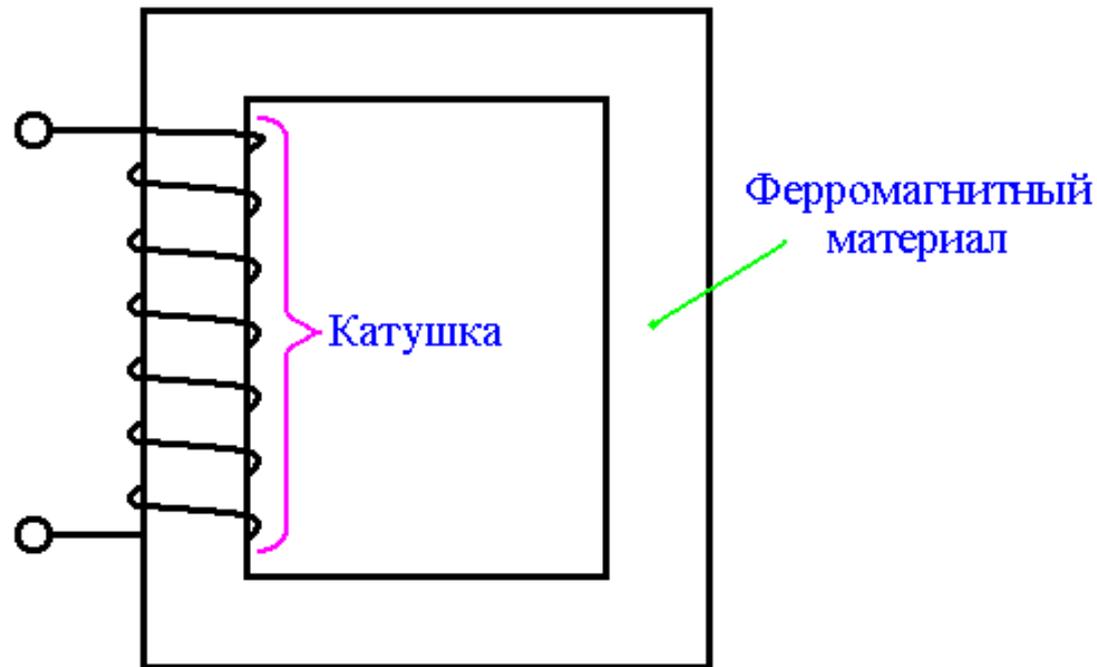


# Лекция №13 Магнитные цепи

---

## Классификация магнитных цепей

Неразветвленная магнитная цепь. Магнитный поток во всех ее сечениях одинаков.

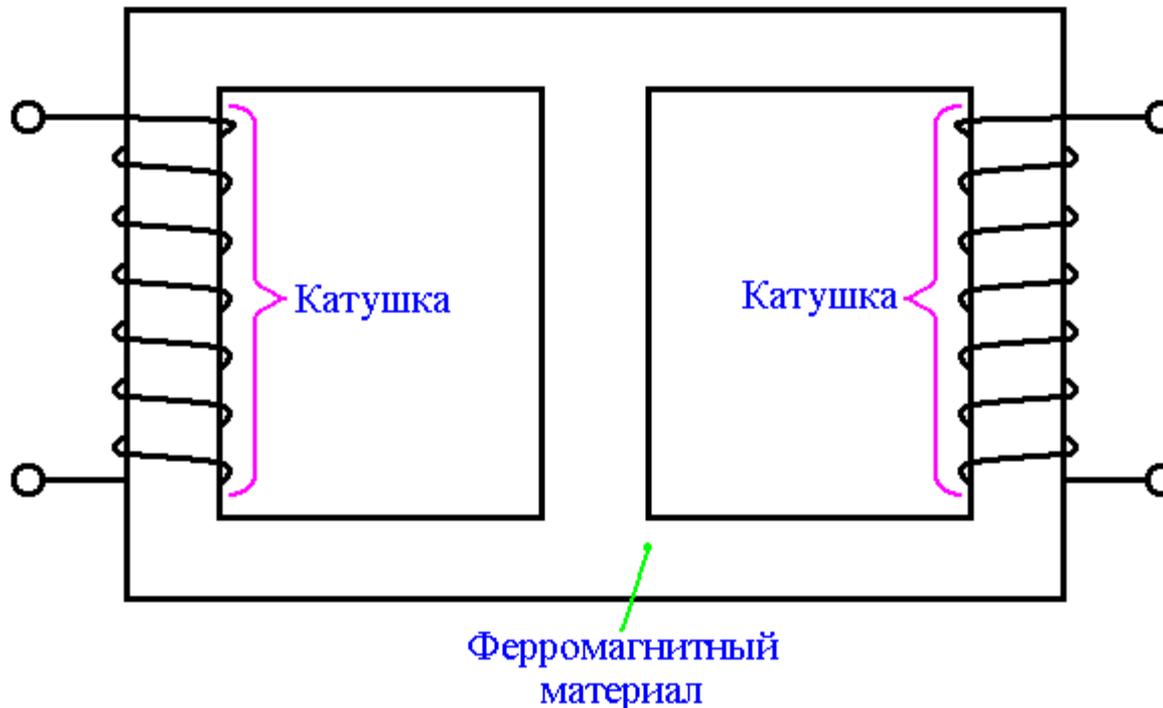


# Лекция №13 Магнитные цепи

---

## Классификация магнитных цепей

Разветвленная магнитная цепь.



## Лекция 13

# **Четырехполюсники. Магнитные цепи.**

Параграф 2.7, 6.1-62 учебника