

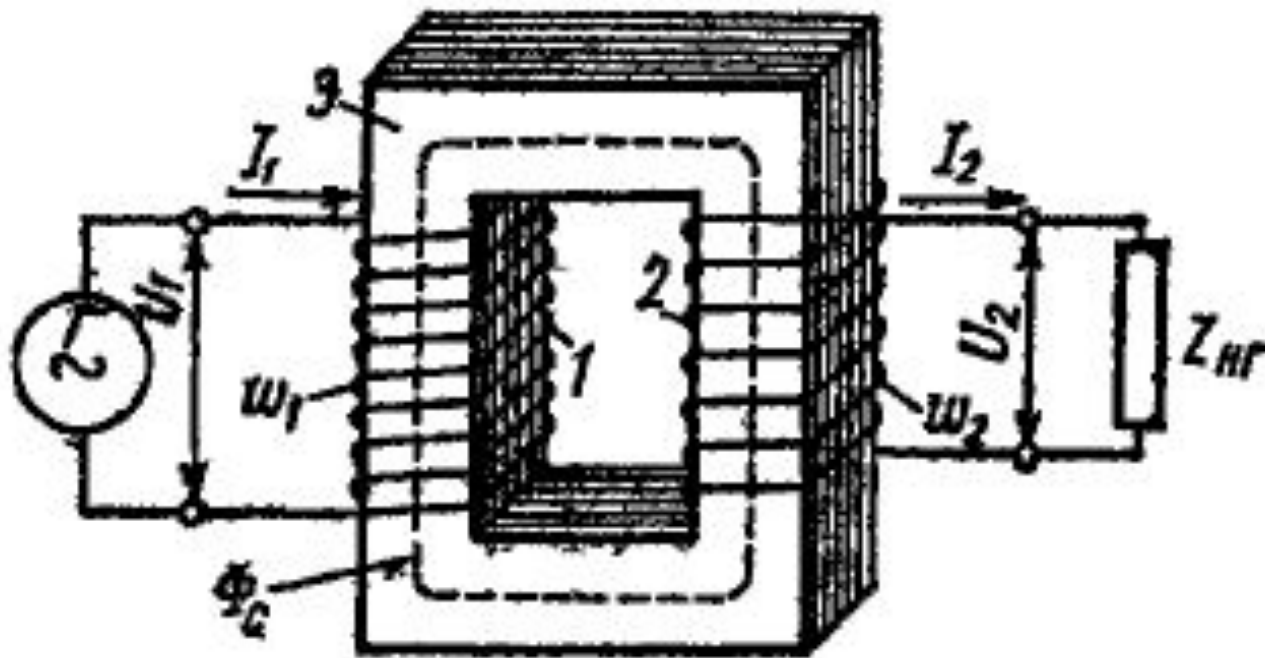
# ТРАНСФОРМАТОРЫ

## ЛЕКЦИЯ 1

Конструкция, принцип действия,  
группы соединения трансформатора

# Принцип действия

Трансформатор представляет собой электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты.



# Электромагнитные соотношения в идеальном трансформаторе

коэффициент электро-  
магнитной связи обмоток трансформатора

$$c = \frac{M}{\sqrt{L_{11}L_{22}}}$$

равен единице. Здесь  $L_{11}$  и  $L_{22}$  — собственные индуктивности, а  $M$  — взаимная индуктивность обмоток.

Э. д. с. первичной и вторичной обмоток такого трансформатора при синусоидальных переменных токах соответственно равны

$$\left. \begin{aligned} e_1 &= -\frac{d\Psi_1}{dt} = -\omega_1 \frac{d}{dt} (\Phi_c \sin \omega t) = -\omega\omega_1 \Phi_c \cos \omega t; \\ e_2 &= -\frac{d\Psi_2}{dt} = -\omega_2 \frac{d}{dt} (\Phi_c \sin \omega t) = -\omega\omega_2 \Phi_c \cos \omega t, \end{aligned} \right\}$$

3 где  $\Phi_c$  — амплитуда магнитного потока трансформатора

# Электромагнитные соотношения в идеальном трансформаторе

Действующие значения э. д. с.

$$E_1 = \frac{\omega \omega_1 \Phi_c}{\sqrt{2}} = \pi \sqrt{2} f \omega_1 \Phi_c = 4,44 f \omega_1 \Phi_c;$$
$$E_2 = \frac{\omega \omega_2 \Phi_c}{\sqrt{2}} = \pi \sqrt{2} f \omega_2 \Phi_c = 4,44 f \omega_2 \Phi_c.$$

Так как в идеальном трансформаторе падения напряжения отсутствуют

$$U_1 = E_1; \quad U_2 = E_2$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

# Электромагнитные соотношения в идеальном трансформаторе

---

или

$$\frac{U_1}{U_2} = k, \quad U_2 = \frac{U_1}{k},$$

где

$$k = \omega_1 / \omega_2$$

называется коэффициентом трансформации трансформатора.

Поскольку в идеальном трансформаторе потери активной и реактивной энергии отсутствуют, то

$$U_1 I_1 = U_2 I_2,$$

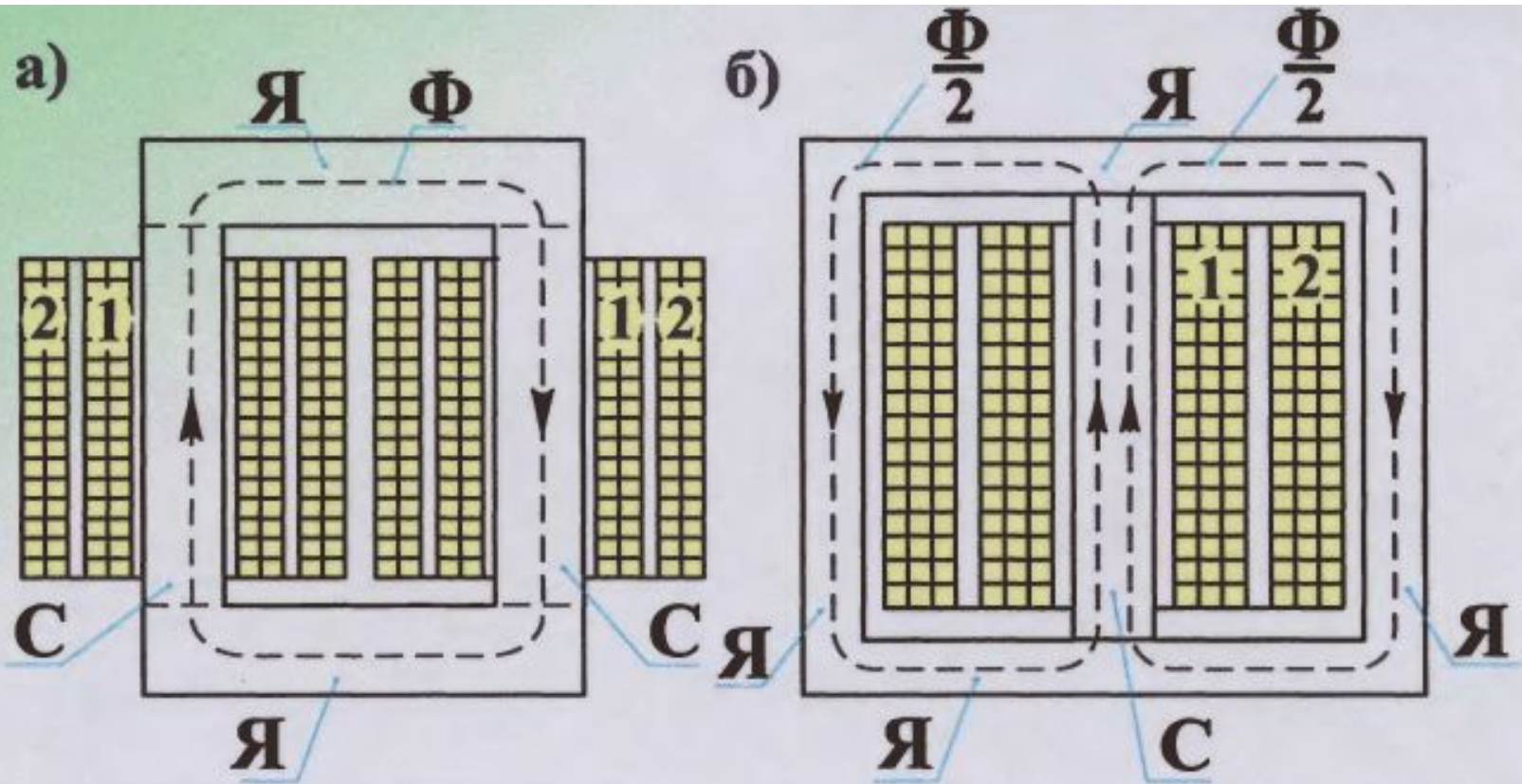
откуда

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

или

$$\frac{I_2}{I_1} = k; \quad I_2 = k I_1.$$

# Магнитопроводы трансформаторов

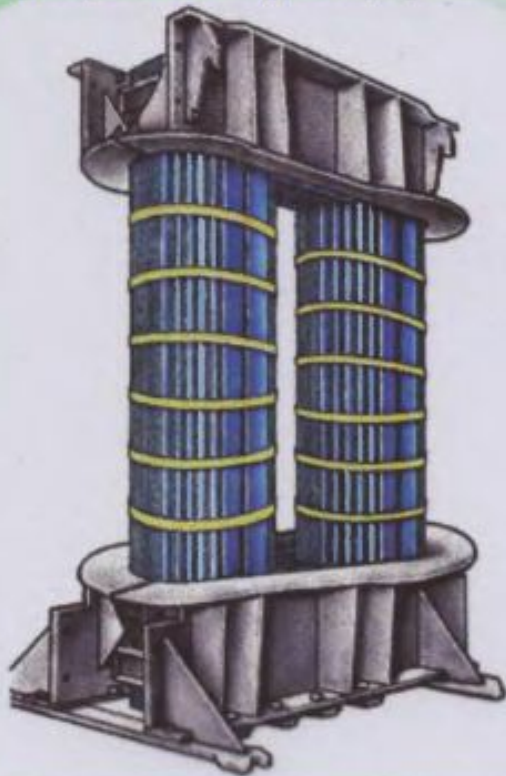


Устройство однофазного стержневого (а) и броневое (б) трансформаторов



# Магнитопроводы трансформаторов

Шихтованный двухрамный магнитопровод однофазного трансформатора

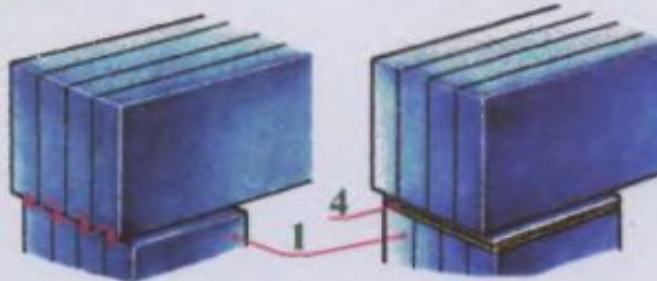


## ТИПЫ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ

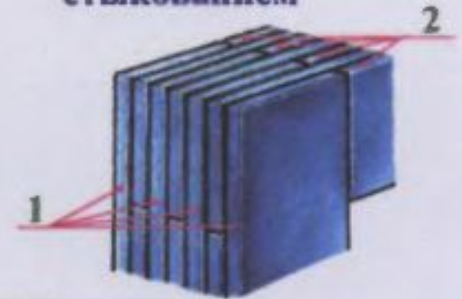
Стыковое соединение стержня и яра

БЕЗ ПРОКЛАДКИ

С ИЗОЛИРУЮЩЕЙ ПРОКЛАДКОЙ



Сборка (шихтовка) пластин впереплёт с прямым стыкованием



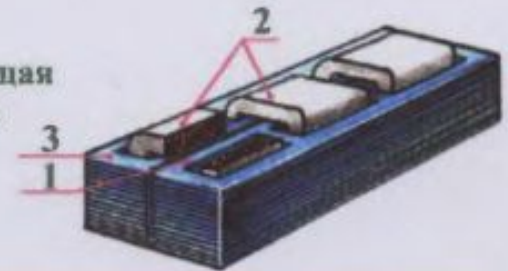
Основные типы конструкций магнитопроводов

СТЕРЖНЕВАЯ

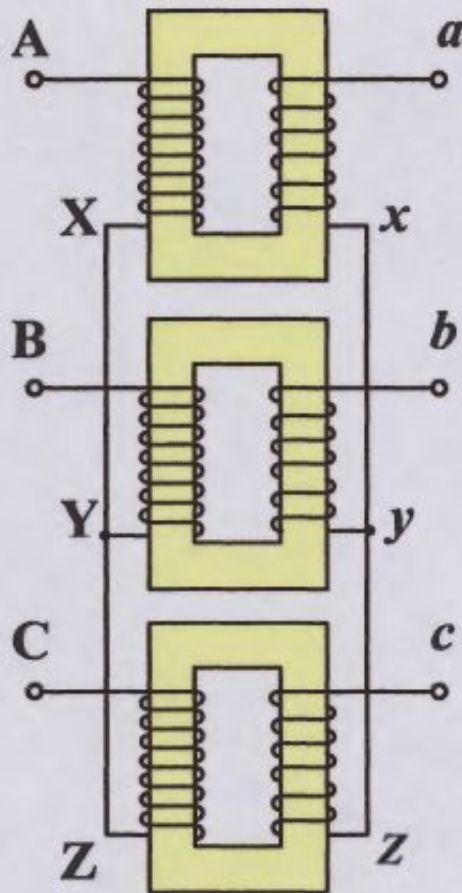


- 1- стержень
- 2- обмотка
- 3- яро
- 4- изолирующая прокладка

БРОНЕВАЯ



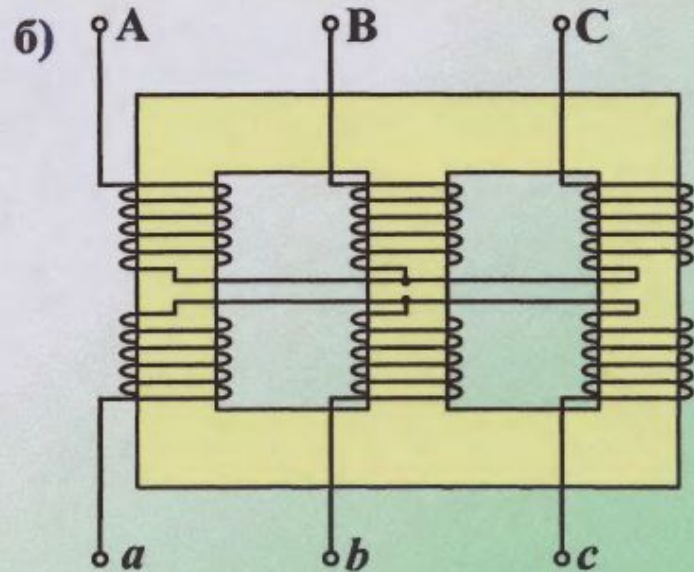
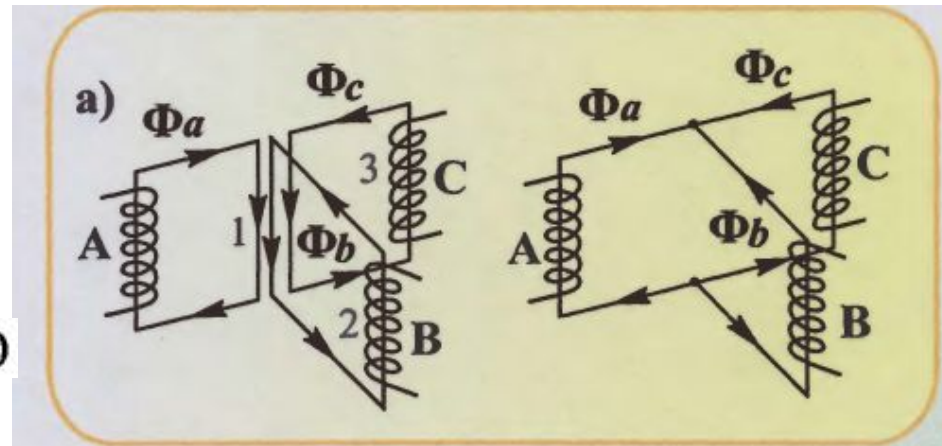
# Принцип образования трехфазного трехстержневого трансформатора



$$i_a + i_b + i_c = 0$$

$$\Phi_a + \Phi_b + \Phi_c = 0$$

Трёхфазная трансформаторная группа



Принцип образования трёхфазного трёхстержневого трансформатора



# Трехфазный трехстержневой трансформатор



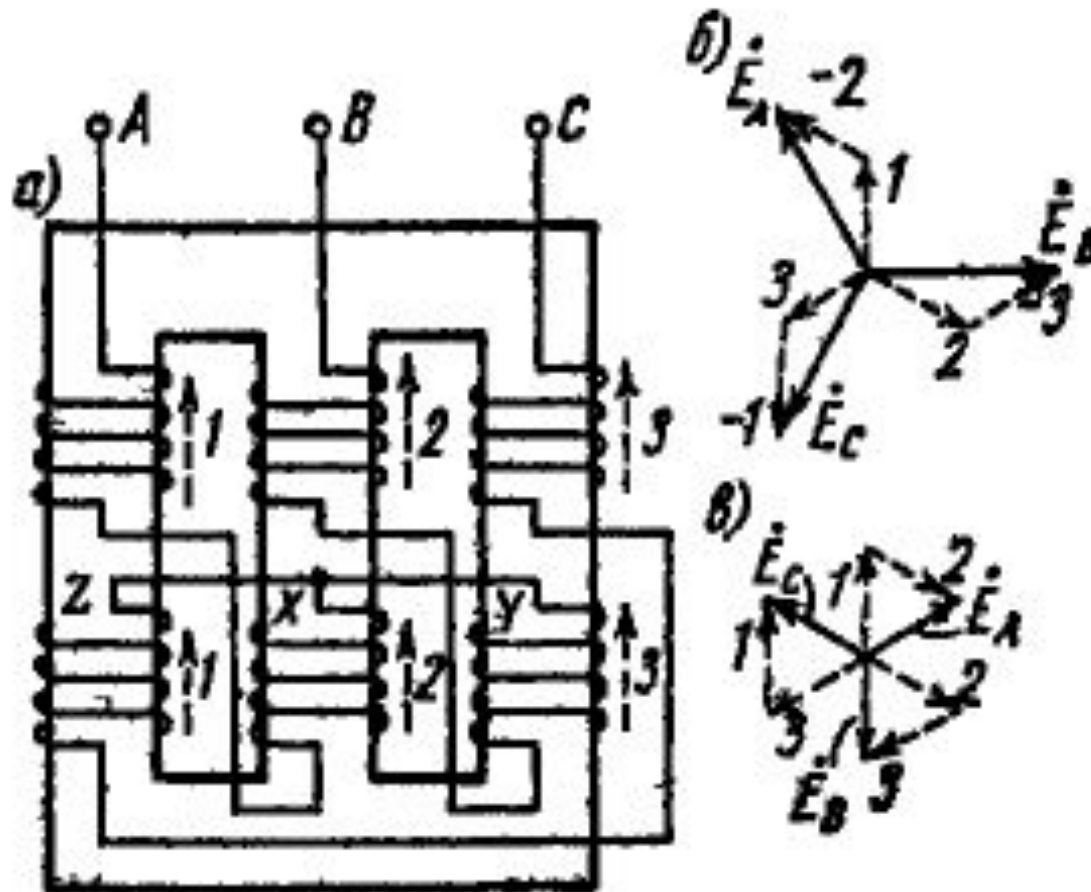
# Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора

---

**Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.** В большинстве случаев обмотки трехфазных трансформаторов соединяются либо в звезду ( $Y$ ), либо в треугольник ( $\Delta$ ).

В некоторых случаях применяется также соединение обмоток по схеме зигзага когда фаза обмотки разделяется на две части, которые располагаются на разных стержнях и соединяются последовательно. При этом вторая половина обмотки подключается по отношению к первой встречно так как в этом случае э. д. с. фазы будет в  $\sqrt{3}$  раза больше чем при согласном включении. Однако при встречном включении половин обмотки ее э. д. с. ( $\sqrt{3} E_1$ ) будет все же в  $2/\sqrt{3} = 1,15$  раза меньше, чем при расположении обеих половин на одном стержне

# Схемы соединения обмоток трехфазного трансформатора

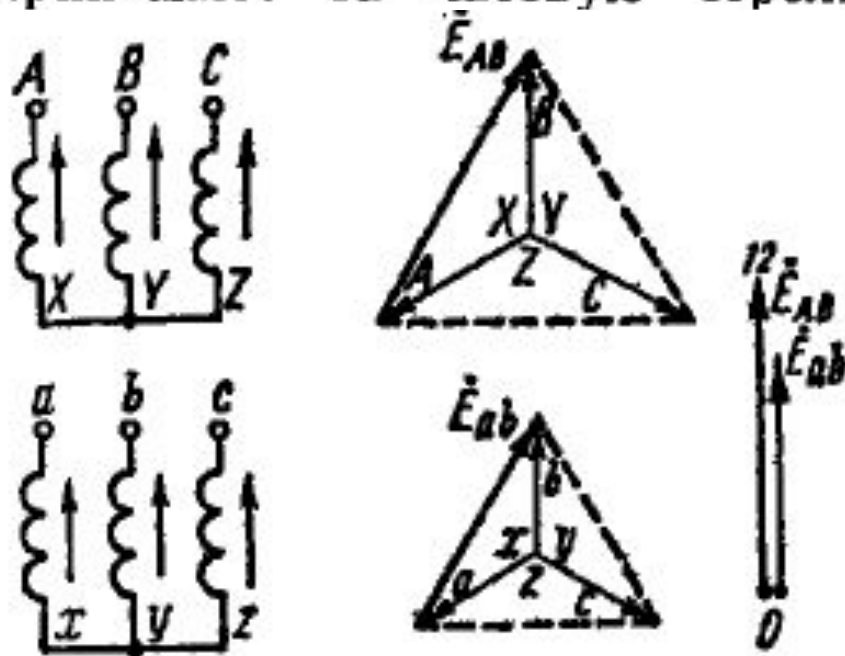


Соединение трехфазной обмотки зигзагом



# Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора

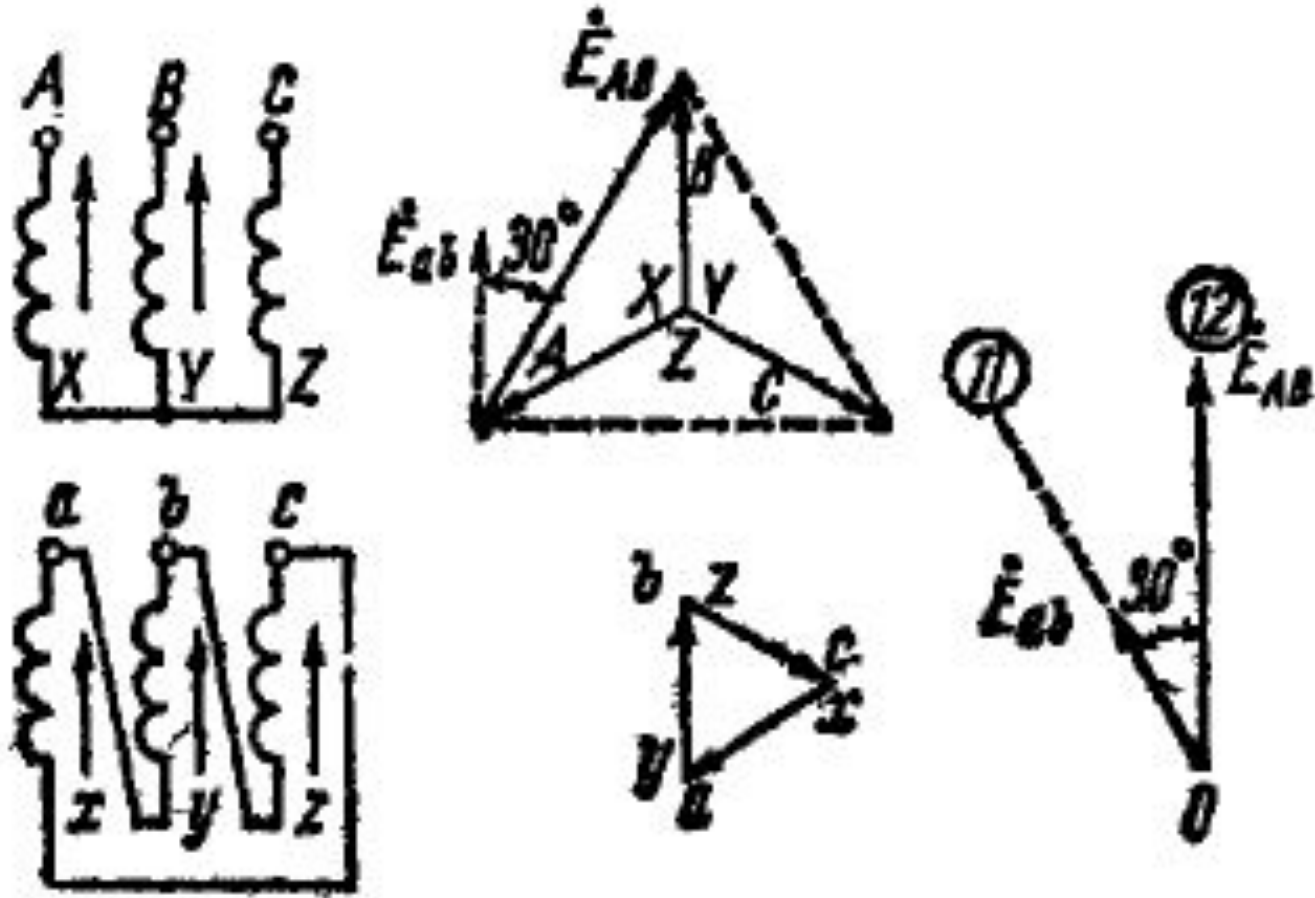
Для обозначения сдвига фаз обмоток трансформатора векторы их линейных э. д. с. уподобляют стрелкам часового циферблата, причем вектор обмотки ВН принимают за минутную стрелку и считают, что на циферблате часов она направлена на цифру 12, а вектор обмотки НН принимают за часовую стрелку.



Трехфазный трансформатор со схемой и группой соединений Y/Y-0

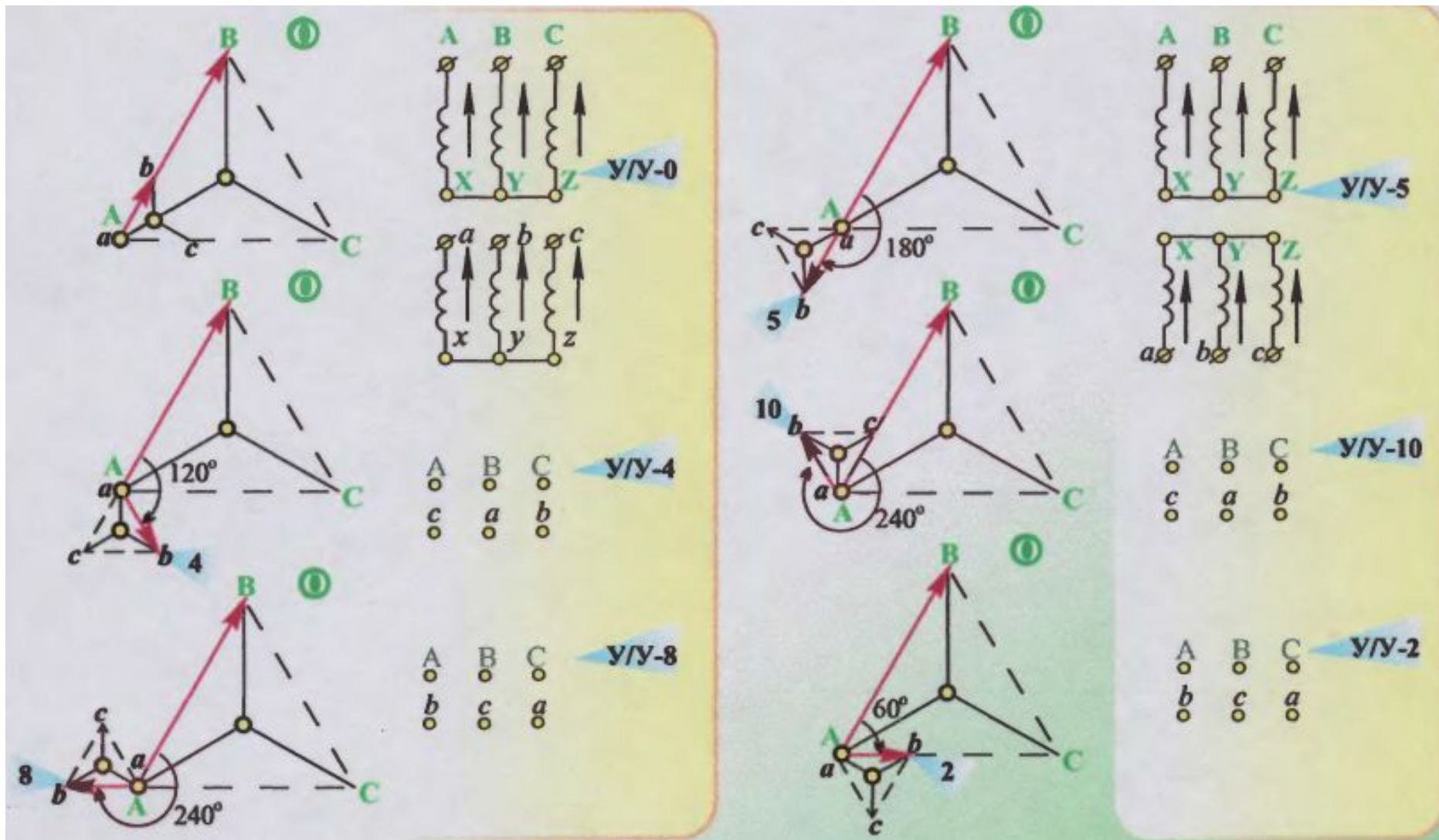


# Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора

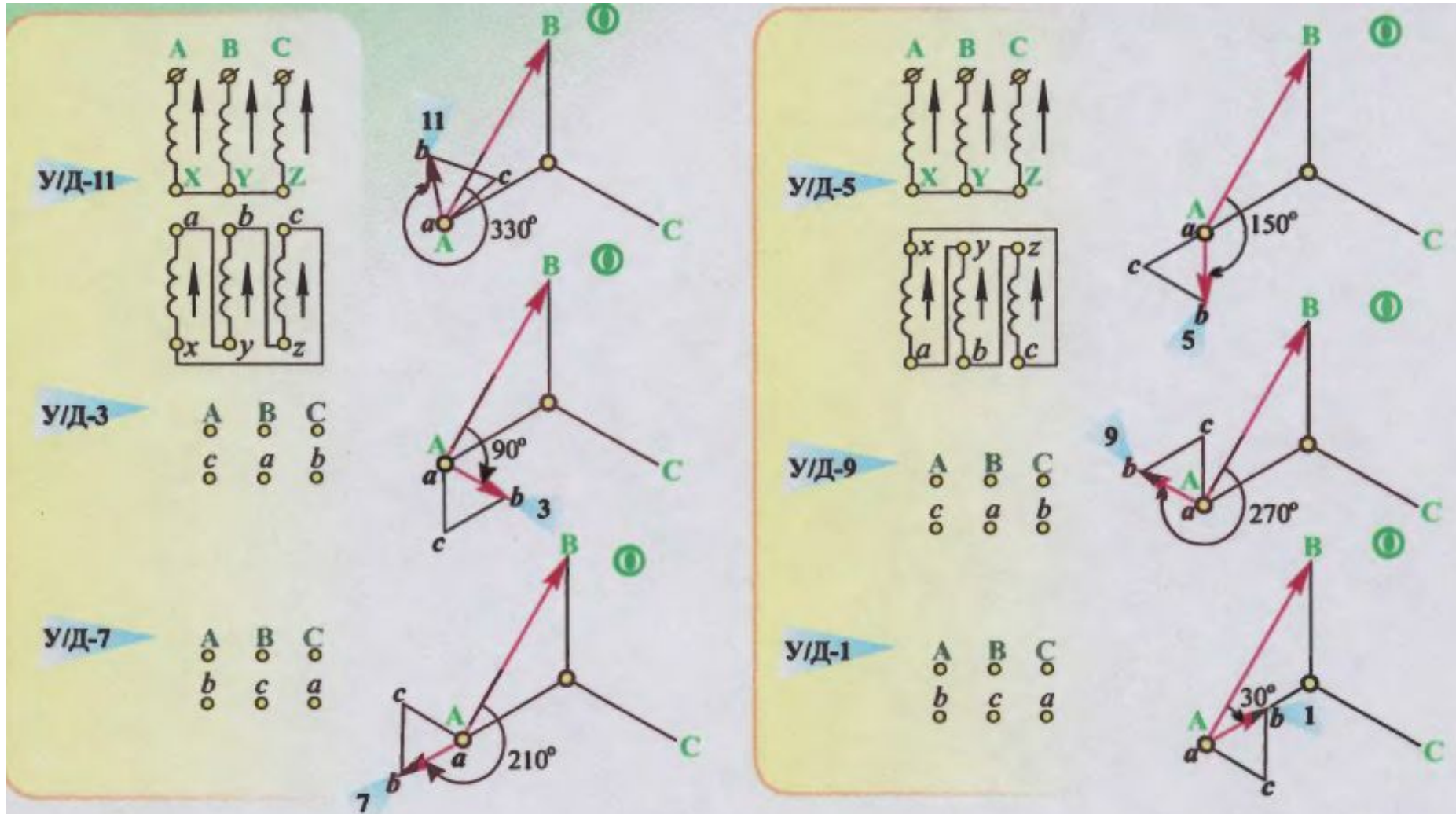


Трехфазный трансформатор со схемой и группой соединений Y/Δ-11

# Четные группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов



# Нечетные группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов





# Элементы конструкции масляного трансформатора

