

129-130 Лабораторная работа №13. Исследование индукционного регулятора

Цель работы

Изучить схему и конструкцию индукционного регулятора, принцип регулирования выходного напряжения.

Краткие сведения из теории

На базе асинхронной машины с фазным ротором может быть построен индукционный регулятор, используемый для регулирования напряжения. Ротор машины должен быть снабжён механическим поворотным устройством.

Схема индукционного регулятора представлена на рис. 1. Ротор, а также выводы начала обмотки статора подключены к сети, а к выводам конца обмотки статора присоединяется нагрузка.

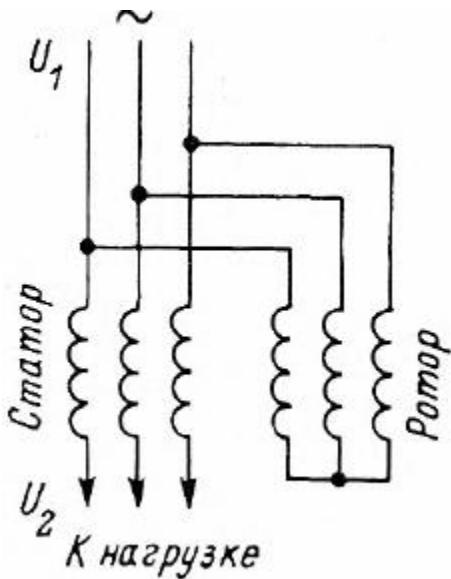


Рис. 1. Схема индукционного регулятора напряжения

Токи ротора создают вращающееся магнитное поле, которое индуцирует в обмотках статора дополнительные ЭДС E_2 , значение и фаза которых зависит от угла поворота ротора α . В итоге согласно векторной диаграмме на рис. 2 при равенстве числа витков в

обмотках напряжение на выходе U_2 можно регулировать от нуля (при $\alpha = 180^\circ$) до двойного напряжения сети (при $\alpha = 0$).

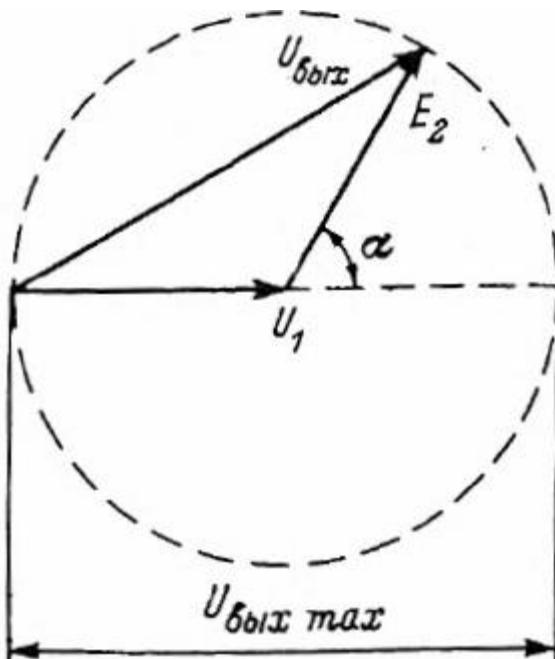


Рис. 2. Векторная диаграмма индукционного регулятора

Недостаток рассмотренного простейшего регулятора — изменение фазы выходного напряжения. Поэтому иногда используют сдвоенный индукционный регулятор, состоящий как бы из двух машин, обмотки статоров которых включены последовательно.

Соответствующим включением обмоток ротора (рис. 3) обеспечивается вращение их магнитных полей в противоположные стороны. Поэтому в обмотках статоров наводятся ЭДС E_2 со сдвигом в противоположные стороны от нулевого положения. После суммирования ЭДС получаем результирующую, совпадающую по фазе с питающим напряжением.

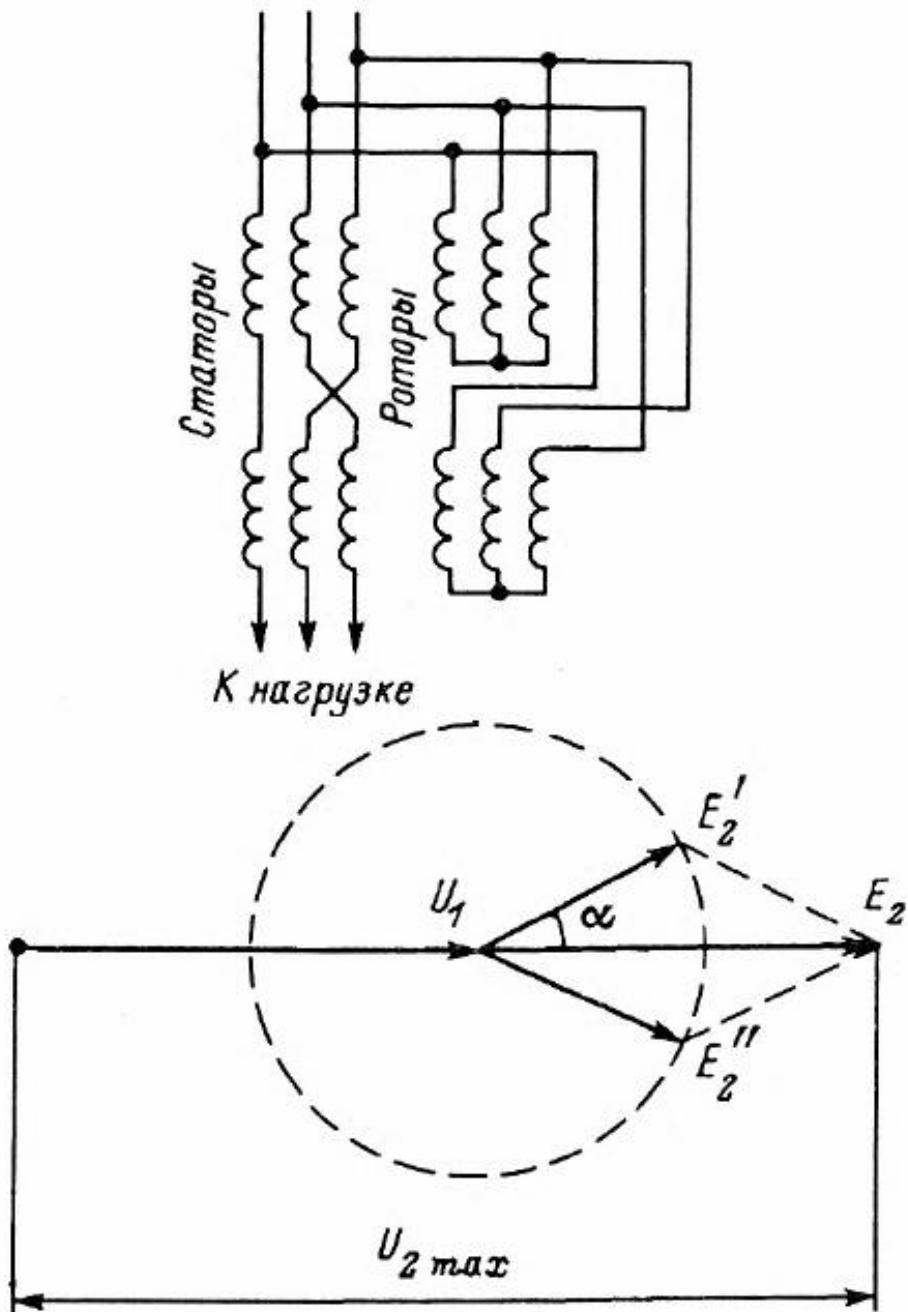
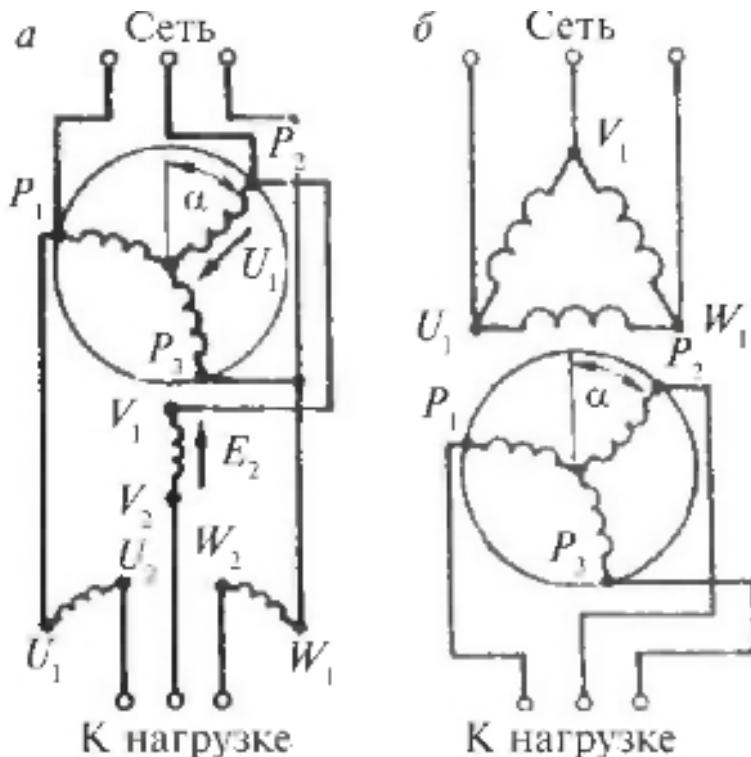


Рис. 3. Схема и векторная диаграмма сдвоенного регулятора

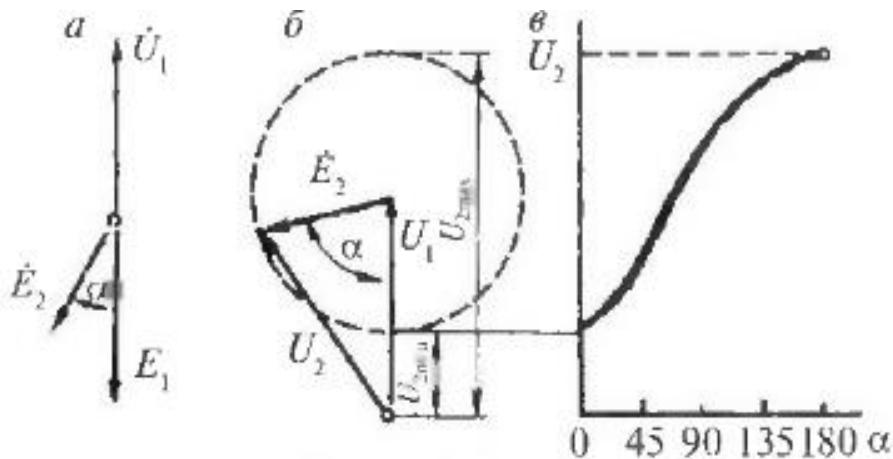
Индукционные регуляторы очень удобны для применения в лабораторных условиях. Однако они широко используются и в энергосистемах, где снабжаются устройствами автоматического регулирования напряжения.

Индукционный регулятор напряжения (ИР) представляет собой асинхронную машину с фазным ротором, предназначенную для плавного регулирования напряжения. Рассмотрим работу трёхфазного ИР, получившего преимущественное применение. Ротор ИР заторможен посредством червячной передачи, которая не только удерживает в заданном положении, но и позволяет плавно поворачивать его относительно статора. Обмотки статора и ротора в ИР имеют автотрансформаторную связь (рисунок *а*), поэтому ИР иногда называют поворотным автотрансформатором.



Схемы соединения индукционного регулятора (а) и фазорегулятора (б)

Напряжение сети подводится к обмотке ротора, при этом ротор создает вращающееся магнитное поле, наводящее в обмотке ротора ЭДС $E = -U_1$ а в обмотке статора — ЭДС E_2 (рис.а).



Векторные диаграммы индукционного регулятора напряжения

Фазовый сдвиг этих ЭДС относительно друг друга зависит от взаимного пространственного положения осей обмоток статора и ротора, определяемого углом α . При $\alpha = 0$ оси обмоток совпадают, вращающееся поле одновременно сцепляется с обеими обмотками и ЭДС E_1 и E_2 , совпадают по фазе (при этом E_2 и U_1 находятся в противофазе). При $\alpha = 180$ эл. град. ЭДС E_1 и E_2 окажутся в противофазе (E_2 и U_1 совпадают по фазе). Если пренебречь внутренними падениями напряжения, то напряжение на выходе ИР определяется геометрической суммой:

$$U_2 = U_1 + E_2$$

При повороте ротора концы векторов E_2 и U_2 описывают окружность (рисунок б), при этом U_2 изменяется от $U_{2\min} = U_1 - E_2$ при $\alpha = 0$ до $U_{2\max} = U_1 + E_2$ при $\alpha = 180$ эл. град.

Поворот ротора осуществляется либо вручную штурвалом, либо дистанционно включением исполнительного двигателя.

ИР применяются во всех случаях, где необходима плавная регулировка напряжения, например в лабораторных исследованиях.

Фазорегулятор (ФР) предназначен для изменения фазы вторичного напряжения относительно первичного при неизменном вторичном напряжении. В отличие от ИР обмотки ротора и статора ФР электрически не соединены друг с другом, т. е. имеют трансформаторную связь (рисунок б), поэтому ФР иногда называют поворотным трансформатором.

Изменение фазы вторичного напряжения осуществляется поворотом ротора относительно статора. Первичной обмоткой в ФР обычно является обмотка статора. Фазорегуляторы применяются в устройствах автоматики (для фазового управления) и измерительной технике (для проверки ваттметров и счётчиков).

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить схему индукционного регулятора, начертить её.
- 2 Изучить векторную диаграмму индукционного регулятора, начертить её.
- 3 Изучить схему сдвоенного индукционного регулятора, начертить её.
- 4 Изучить векторную диаграмму сдвоенного индукционного регулятора, начертить её.
- 5 Изучить схему фазорегулятора, начертить её.
- 6 Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

- 1 На базе какой электрической машины строятся индукционный регулятор и фазорегулятор?
- 2 В чём состоит принцип действия индукционного регулятора?
- 3 В чём недостаток простейшего индукционного регулятора?
- 4 Как этот недостаток устраняется в сдвоенном регуляторе?
- 5 В чём заключается принцип действия фазорегулятора?