

РАБОТА №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕХФАЗНОЙ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ С НЕПОДВИЖНЫМ РОТОРОМ

Оглавление

1. Цель работы	2
2. Программа работы	2
3. Основы теории	
4. Экспериментальное исследование	3
4.1. Исследование индукционного регулятора (ИР).....	3
4.1.1. Проверка симметрии ИР и определение ЭДС обмотки статора	3
4.1.2. Зависимость вторичного напряжения от углового положения ротора	5
4.1.3. Внешняя характеристика	7
4.2. Исследование регулируемой реактивной катушки (РПК).....	7
4.2.1. Зависимость тока РПК от углового положения ротора	7
5. Содержание отчета	9
6. Контрольные вопросы	9
Рис. 1.1. Схема лабораторной установки для исследования ИР	4
Рис. 1.2. Векторная диаграмма напряжений ИР	6
Рис. 1.3. Схема лабораторной установки для исследования РПК.....	8

1.Цель работы

Ознакомиться с особенностями использования асинхронной машины в качестве индукционного регулятора (ИР) и регулируемой реактивной катушки (РИК), схемами соединения ее обмоток, освоить методику экспериментального получения характеристик, уяснить основные свойства машины работающей в качестве ИР и РИК.

2.Программа работы

Исследование индукционного регулятора

2.1. Записать паспортные данные машины, обосновать выбор питающей (первичной) обмотки.

2.2. Проверить **симметрию** первичных и вторичных напряжений.

2.3. Измерить ЭДС обмотки статора.

2.4. Провести опыт, получить данные и построить **зависимость вторичного напряжения от угла поворота ротора** $U_{2л}^{(1)} = f(\beta)$ при холостом ходе машины.

2.5. Построить **векторную диаграмму напряжений для одной фазы** и на ее основании построить зависимость $U_{2л}^{(1)} = f(\beta)$. Рассчитать эту же характеристику аналитически.

2.6. Провести опыт, получить данные и построить **внешнюю характеристику** $U_{2л}^{(1)} = f(I_2)$.

Исследование регулируемой реактивной катушки

2.7. Провести опыт, получить данные и построить зависимость тока регулируемой реактивной катушки от угла поворота ротора $I = f(\beta)$.

3. Основы теории

.....

4. Экспериментальное исследование

Индукционный регулятор и регулируемая реактивная катушка представляют собой асинхронную машину с фазным ротором, ротор которой заторможен посредством самотормозящейся червячной передачи. Вращением маховика, укрепленного на червяке, можно плавно поворачивать ротор относительно статора.

4.1. Исследование индукционного регулятора

Для исследования ИР необходимо собрать схему рис.1.1. В схеме, представленной на этом рисунке, первичной является обмотка ротора, а вторичной – обмотка статора. Обмотки соединены по автотрансформаторной схеме. Число пар полюсов обмоток ИР $p = 2$ и, следовательно, $1^\circ \text{эл.} = 1^\circ \text{геом.}/2$.

4.1.1. Проверка симметрии ИР и определение ЭДС обмотки статора

Проверку симметрии проводят с целью определения вносимого регулятором искажения трехфазной системы напряжений на выходе ИР по отношению к напряжению сети.

Опыт проводят при холостом ходе ИР в следующей последовательности: 1) устанавливают выключатель QS в положение «Откл»; 2) включают автомат QF ; 3) с помощью червячной передачи выставляют ротор в положение при котором линейное напряжение $U_{2л}^{(0)}$ на выходе регулятора равняется линейному напряжению $U_{1л}$ сети; 4) производят замеры всех линейных напряжений сети и на выходе регулятора, а также фазной ЭДС E_2 обмотки статора. Полученные данные заносят в табл.1.1.

Таблица 1.1

Линейные напряжения						Коэффициенты несимметрии напряжений			Фазная ЭДС обмотки статора
На входе ИР			На выходе ИР						
U_{C1C2}	U_{C2C3}	U_{C3C1}	U_{C4C5}	U_{C5C6}	U_{C6C4}	α_1	α_2	α_3	$E_2 = U_{C1C4}$
U_{UV1}^1	U_{V1W1}	U_{W1U1}	U_{U2V2}	U_{V2W2}	U_{W2U2}				$E_2 = U_{UV2}$
B	B	B	B	B	B	-	-	-	B

Отметим, что величина фазной ЭДС E_2 обмотки статора не зависит от углового положения ротора. Однако от положения ротора зависит фаза этой ЭДС.

¹ Маркировка выводов согласно ГОСТ 26772-85. Машины электрические вращающиеся. Обозначение выводов и направления вращения.

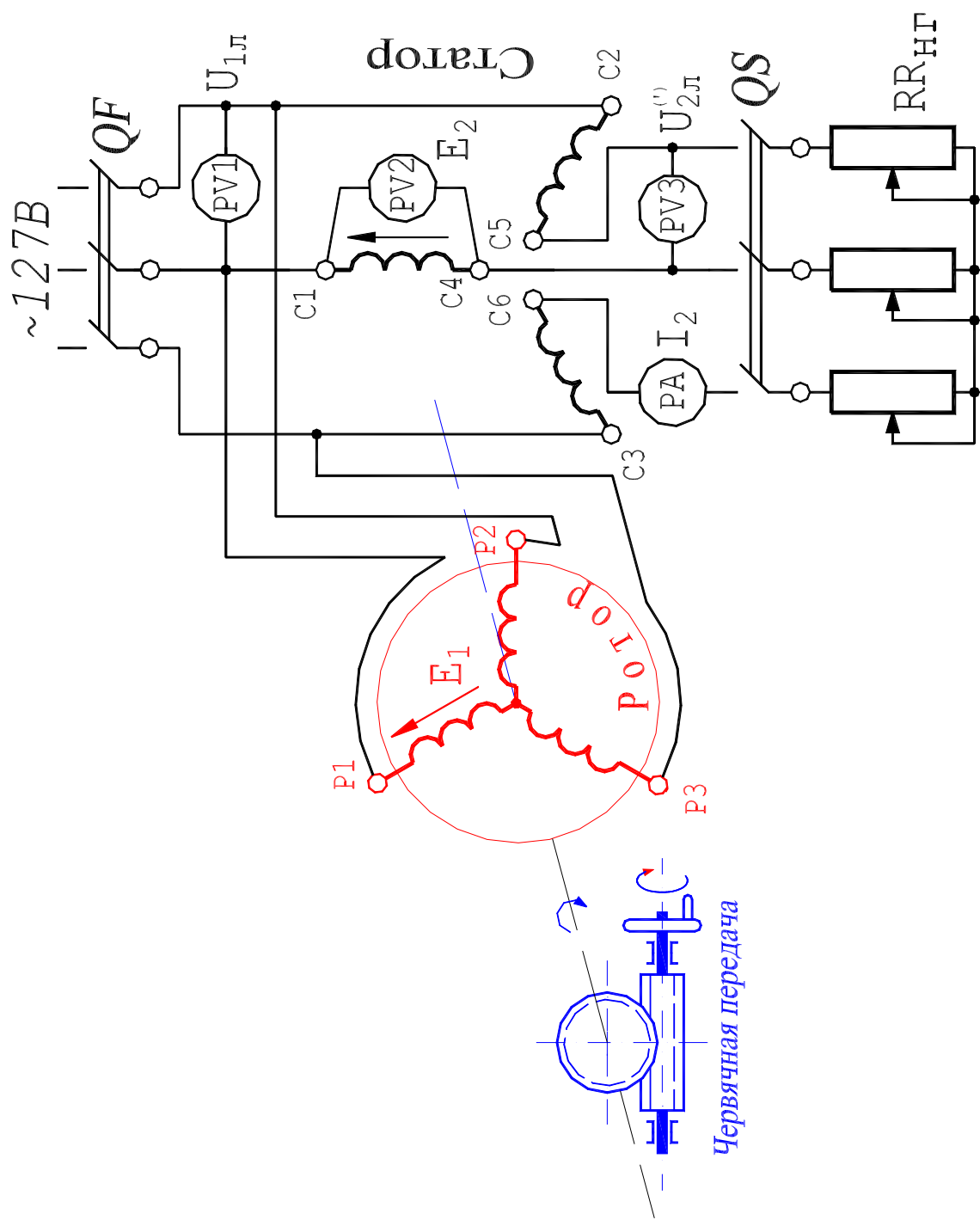


Рис. 1.1.1. Схема лабораторной установки для исследования ИР.
(обмотки соединены встречно; ротор заторможен; щетки и контактные кольца не показаны)

Степень несимметрии напряжений, обусловленной регулятором, оценивается по значениям коэффициентов, которые определяются для соответствующих линейных напряжений на входе и выходе ИР по формулам:

$$\alpha_1 = (U_{C1C2} - U_{C4C5}) / U_{C1C2},$$

$$\alpha_2 = (U_{C2C3} - U_{C5C6}) / U_{C2C3},$$

$$\alpha_3 = (U_{C3C1} - U_{C6C4}) / U_{C3C1}.$$

4.1.2. Зависимость вторичного напряжения от углового положения ротора

Опыт проводят при холостом ходе ИР в следующей последовательности: 1) устанавливают выключатель QS в положение «Откл»; 2) включают автомат QF ; 3) с помощью червячной передачи выставляют ротор в положение при котором линейное напряжение $U_{2л}^{(1)}$ на выходе регулятора равно максимальному. Считаем, что это положение ротора соответствует углу $\beta = 0^\circ$. 4) плавно поворачивают ротор и через каждые 15° геом. = 30° эл. измеряют напряжение $U_{1л}$ на входе и напряжение $U_{2л}^{(1)}$ выходе регулятора. Полученные данные заносят в табл.1.2.

Таблица 1.2

β° эл.	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
β° геом.	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
$U_{1л}, B$													
$U_{2л}^{(1)}, B$													
$U_{2л_{зр}}^{(1)}, B$													
$U_{2л_p}^{(1)}, B$													

По полученным данным строится график зависимости $U_{2л}^{(1)} = f(\beta^\circ \text{ эл.})$.

• Значение напряжения на выходе регулятора может быть определено графически на основе векторной диаграммы, которая строится в соответствии с уравнением

$$\dot{U}_{2л_{зр}}^{(1)} = \sqrt{3}\dot{U}_{2зр}^{(1)} = \sqrt{3}(\dot{U}_1 + \dot{E}_2). \quad (1)$$

Порядок построения диаграммы следующий (рис.1.2): 1) принимают масштаб напряжения $m_u = 12 B/cm$, в этом масштабе строится диаграмма; 2) откладывают вертикально отрезок AB , соответствующий фазному напряжению $U_1 = U_{1л} / \sqrt{3}$ на входе регулятора (численное значение $U_{1л}$ – см. табл.1.2), длина отрезка составляет $|U_1| / m_u$; 3) проводят окружность с центром в точке

B , ее радиус BC соответствует фазной ЭДС E_2 обмотки статора, а отрезок AC - фазному напряжению $U_{2_{гр}}^{(')}$ на выходе регулятора (численное значение E_2 - см. табл.1.1, а длина радиуса составляет $|E_2|/m_u$); 4) на окружности делают засечки, соответствующие значениям угла β эл., приведенным в табл.1.2. Каждой засечке соответствует текущее положение точки C , а также - отрезков BC и AC . Искомое напряжение на выходе регулятора определяется по выражению $U_{2_{гр}}^{(')} = \sqrt{3}m_u AC$. Значения напряжения $U_{2_{гр}}^{(')}$ (для всех значений угла β эл.) заносят в табл.1.2.

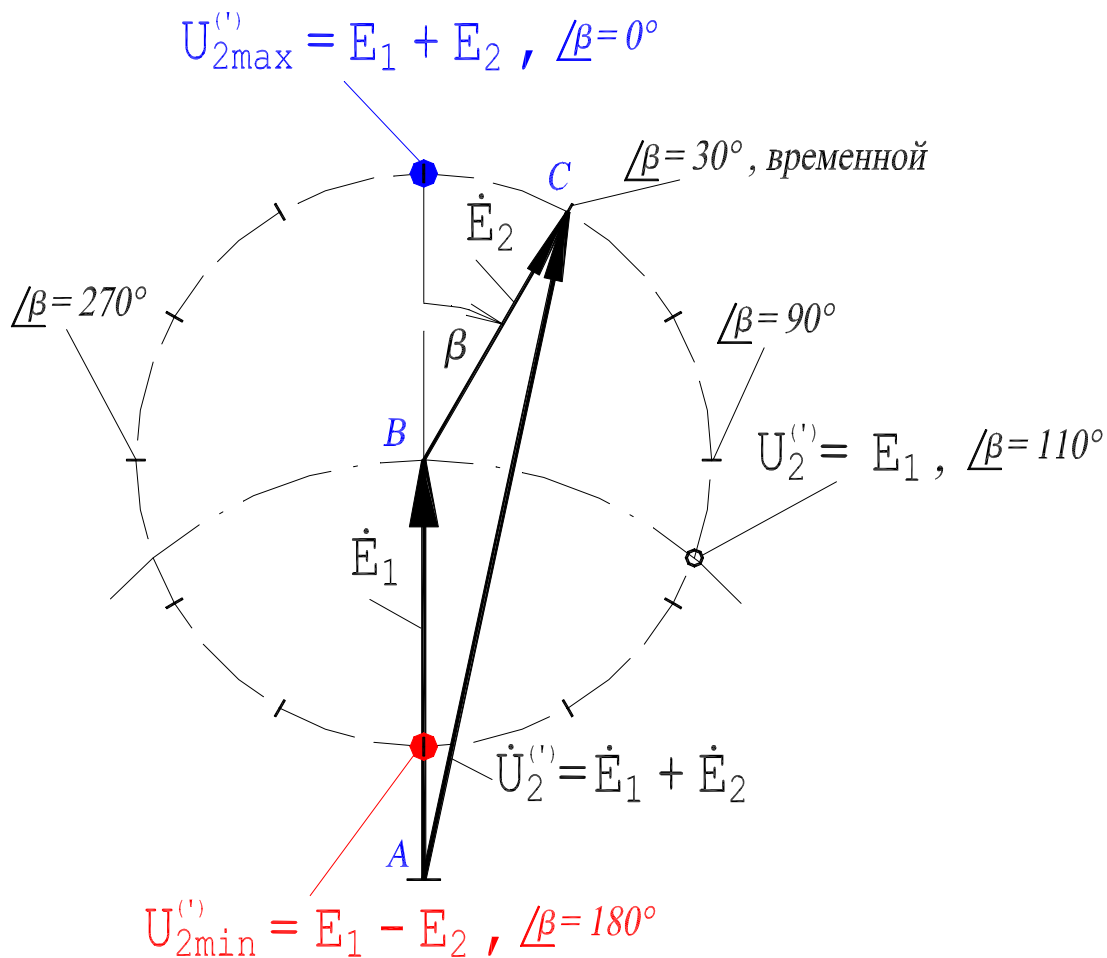


Рис. 1.2. Векторная диаграмма напряжений ИР

• Значение напряжения на выходе регулятора может быть также рассчитано по формуле:

$$U_{2_{гр}}^{(')} = \sqrt{3} \sqrt{\left(\frac{U_{1л}}{\sqrt{3}} + E_2 \cos \beta \right)^2 + (E_2 \sin \beta)^2}, \quad (2)$$

где $U_{1л}$ - линейное напряжение на входе регулятора; E_2 - фазная ЭДС обмотки статора; угол β измерен в электрических градусах (численные значения E_2 , $U_{1л}$ и β - см. табл.1.1 и табл.1.2);

Формула (2) выведена в соответствии с векторной диаграммой. Расчетные значения $U_{2лр}^{(1)}$ (для всех значений угла β эл.) заносятся в табл.1.2.

При сопоставлении значений $U_{2л}^{(1)}$, $U_{2лзр}^{(1)}$ и $U_{2лр}^{(1)}$ необходимо принять во внимание, что при построении векторной диаграммы не учитывалось падение напряжения в обмотках регулятора. Очевидно, что при значении угла положения ротора $\beta = 0^\circ$ линейное напряжение на выходе регулятора максимально, а при $\beta = 180^\circ$ эл. - оно минимально.

4.1.3. Внешняя характеристика

Внешняя характеристика индукционного регулятора $U_{2л}^{(1)} = f(I_2)$ представляет зависимость вторичного напряжения от тока нагрузки I_2 при постоянных значениях питающего напряжения $U_{1л}$, угла β и коэффициента мощности нагрузки $\cos \varphi_2$.

Опыт проводится по схеме рис.1.1 в следующей последовательности: 1) включают автомат QF , подсоединяют регулятор к сети, и, изменяя угловое положение ротора, устанавливают вторичное напряжение $U_{2л}^{(1)}$ равным первичному напряжению $U_{1л}$; 2) устанавливают выключатель QS в положение «Вкл», подсоединяют к регулятору активную нагрузку ($\cos \varphi_2 = 1,0$), в качестве которой используется нагрузочный реостат $RR_{н2}$; 3) не изменяя угловое положение ротора (угол $\beta = const$) постепенно уменьшают сопротивление нагрузки, увеличивая ток I_2 до значения равного $1,2I_{2ном}$ обмотки статора. При этом фиксируются значения напряжения и тока соответствующие 5...7 точкам. Полученные данные заносят в табл.1.3.

Таблица 1.3

$U_{2л}^{(1)}$	B							
I_2	A							

По полученным данным строится зависимость $U_{2л}^{(1)} = f(I_2)$.

4.2. Исследование регулируемой реактивной катушки

Для исследования РРК необходимо собрать схему рис.1.3. В схеме, представленной на рисунке обмотки статора и ротора соединены последовательно.

4.2. 1. Зависимость тока РРК от углового положения ротора

Опыт по снятию зависимости $I_2 = f(\beta)$ проводят в следующей последовательности: 1) до подачи напряжения на схему устанавливают ротор в положение, обеспечивающее минимальное значение потребляемого тока I_2 (при этом

угол β между осями соответствующих пар фаз обмоток статора и ротора принимается равным нулю); 2) включают автомат QF и подключают РПК к питающей сети; 3) плавно поворачивают ротор по часовой стрелке в пределах от 0° до $+180^\circ$ эл. и при этом через каждые 15° геом. = 30° эл. производят замеры тока I_2 . Затем, вернув ротор в исходное положение ($\beta = 0^\circ$), плавно поворачивают ротор против часовой стрелки в пределах от 0° до -180° эл. и при этом также через каждые 15° геом. = 30° эл. производят замеры тока.

Полученные данные заносят в табл. 1.4.

Таблица 1.4

β° эл.	-180	-150	-120	-90	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180
β° геом.	-90	-75	-60	-45	-30	-15	0	15	30	45	60	75	90
I_2, A													

По полученным данным строится зависимость $I_2 = f(\beta)$.

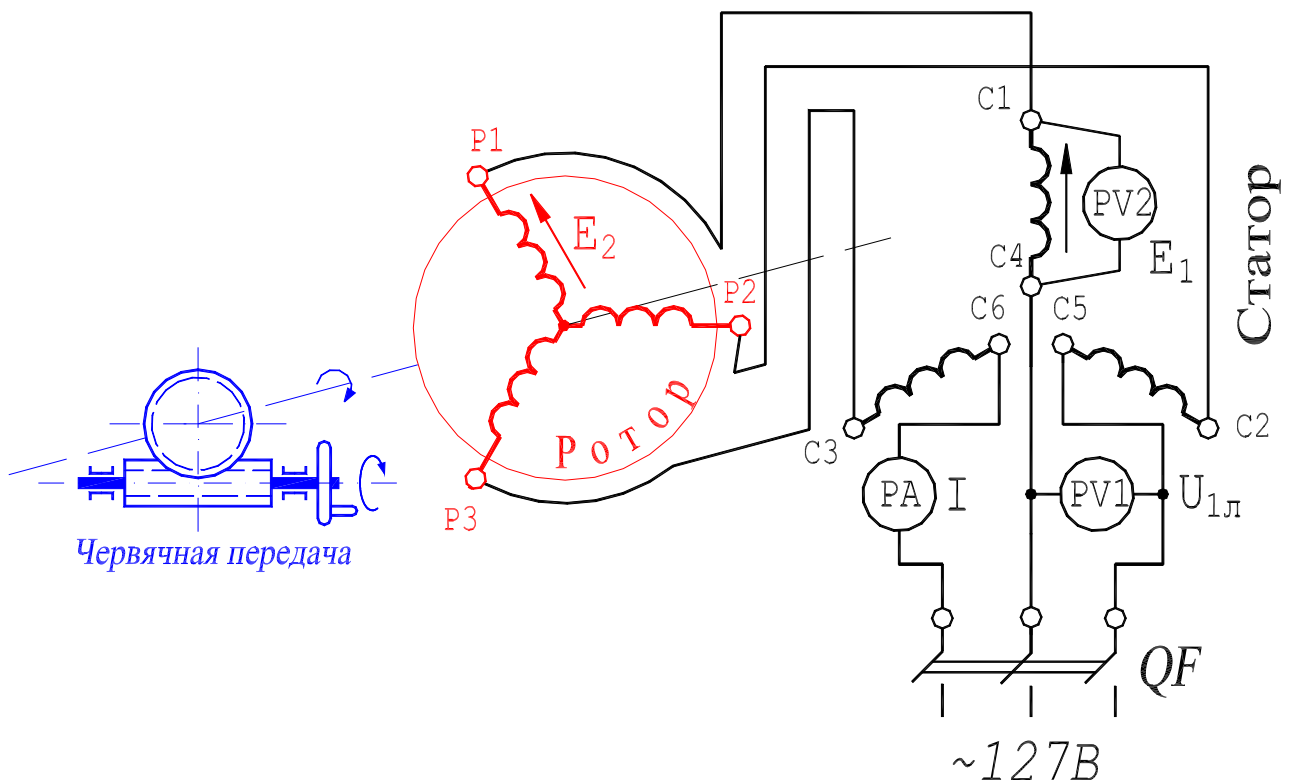


Рис. 1.3. Схема лабораторной установки для исследования РПК.
(обмотки соединены встречно; ротор заторможен; щеки и контактные кольца не показаны)

5. Содержание отчета

Отчет должен содержать программу лабораторной работы; паспортные данные исследуемой асинхронной машины; результаты опытных и расчетных данных, сведенные в соответствующие таблицы и представленные графически.

6. Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство и электрическая схема: 1) индукционного регулятора; 2) регулируемой реактивной катушки.
2. Принцип действия: 1) индукционного регулятора; 2) регулируемой реактивной катушки.
3. Достоинства и недостатки индукционного регулятора.
4. Причина более частого использования в качестве первичной обмотки ИР обмотки ротора.
5. Понятие об электрической угле поворота ротора.
6. Причина изменения выходного напряжения ИР при изменении величины его нагрузки.