

РАБОТА № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

Оглавление

1.	Цель работы	2
2.	Программа работы	2
3.	Основы теории двигателя	
4.	Экспериментальное исследование	3
4.1.	Пуск и реверс двигателя	3
4.2.	Рабочие характеристики.....	3
4.3.	Регулировочные характеристики	4
4.3.1	Характеристика $U = f(M)$ при $n = \text{const}$	4
4.3.2	Характеристики $I_a, n = f(U)$ при $M_c = \text{const}$	5
4.4.	Скоростная характеристика $n = f(I_a)$ при $U = \text{const}$	5
5.	Содержание отчета	6
6.	Контрольные вопросы	6
	Приложение: зависимость $M = f(I_a)$	7
	Рис. 3.1. Схема лабораторной установки для исследования двигателя с последовательным возбуждением	8
	Рис. 3.2. Передняя (приборная) панель стенда “Двигатель постоянного тока” (ФОТО)	9
	Рис. 3.3. Общий вид стенда “Двигатель постоянного тока” с исследуемыми агрегатами (ФОТО)	10

1. Цель работы

Познакомиться с устройством и уяснить принцип действия двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением¹. Осуществить пуск в ход и реверсирование двигателя. Овладеть методикой снятия характеристик двигателя.

2. Программа работы

2.1. Познакомиться с устройством двигателя постоянного тока (ДПТ).

2.2. Собрать на лабораторном стенде схему двигателя, осуществить пуск двигателя, изменить направление вращения.

2.3. Определить опытным путем и построить *рабочие* характеристики двигателя

$$P_1, M, I_a, n, \eta = f(P_2) \text{ при } U = U_N.$$

2.4. Определить опытным путем и построить *регулировочную* характеристику двигателя при постоянной частоте вращения

$$U = f(M) \text{ при } n = \text{const.}$$

2.5. Определить опытным путем и построить *регулировочные* характеристики двигателя при постоянном моменте на валу:

а) $I_a = f(U) \text{ при } M_c = \text{const.}$

б) $n = f(U) \text{ при } M_c = \text{const.}$

2.6. Определить опытным путем и построить *скоростную* характеристику двигателя

$$n = f(I_a) \text{ при } U = U_N = \text{const.}$$

¹ сопротивление обмотки *якоря* $R_a = 1,0$ Ом;

сопротивление *последовательной* обмотки *возбуждения* $R_B = 0,35$ Ом

3. Основы теории двигателя

.....

.....

4. Экспериментальное исследование

Работа выполняется на установке, которая состоит из исследуемого двигателя M и тормозного устройства G , создающего нагрузку на вал двигателя. (рис. 3.1). В качестве тормозного устройства используется машина постоянного тока, работающая в режиме генератора. Величину электромагнитного момента генератора действующего навстречу моменту исследуемого двигателя регулируют реостатом в цепи обмотки возбуждения LG генератора (на рис. 3.1 он обозначен символом RR_B). Перед началом работы необходимо записать паспортные данные двигателя и генератора.

4.1. Пуск и реверс двигателя

Собирают схему по рис.3.1. Перед пуском двигателя полностью вводят пусковой реостат $RR_{p,д}$, затем включают автомат QF и по мере разгона двигателя пусковой реостат плавно выводят. Останавливают двигатель и изменяют направление вращения. Для изменения направления вращения следует изменить направление тока, либо в обмотке якоря, либо в обмотке возбуждения LM . Для этого необходимо, например, поменять местами провода, подсоединяемые к гнездам $D1$ и $D2$. Перед испытаниями двигателя направление вращения его должно соответствовать указанному стрелкой на подшипниковом щите.

4.2. Рабочие характеристики $P_1, M, I_a, n, \eta = f(P_2)$ при $U = U_N$

Рассчитывают номинальный момент двигателя M по формуле

$$M_N = P_{2N} / \Omega_N = 1100 / 130,9 = 8,4 \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.1)$$

где $P_{2N} = 1100$ Вт - номинальная мощность двигателя (полезная мощность на валу); Ω_N - номинальная угловая скорость вращения якоря двигателя, которая связана с номинальной частотой вращения якоря $n_N = 1250$ об/мин соотношением

$$\Omega_N = n_N \cdot 2\pi / 60 = 1250 \cdot 2\pi / 60 = 130,9 \text{ рад/с}. \quad (3.2)$$

Опытные данные для построения рабочих характеристик получают следующим образом. Пускают двигатель M и, после его разбега, реостатом RR_B в цепи обмотки возбуждения генератора G устанавливают номинальный момент на валу двигателя (при номинальном напряжении $U_N = 110$ В, подведенном к двигателю, в обмотке якоря протекает ток $I_{aN} = 12,8$ А, а частота вращения якоря $n_N = 1250$ об/мин).

Затем реостатом RR_B момент на валу постепенно уменьшают до тех пор, пока частота вращения возрастает до $n = 1,5n_N = 1,5 \cdot 1250 = 1875$ об/мин.

Записывают в табл. 3.1 значения тока якоря I_a (амперметр $PA1$), частоты вращения n и момента M для 6...8 точек. Величину момента определяют по значению тока якоря двигателя в соответствии с зависимостью $M = f(I_a)$, приведенной в Приложении (см. с. 7).

Таблица 3.1

Измерение				Расчет		
U_N	$I_a = I_B$	n	M	P_1	P_2	η
В	А	об/мин	Н·м	Вт	Вт	%

Значения подводимой к двигателю электрической мощности P_1 , полезной механической мощности на валу P_2 и к.п.д. η рассчитывают по формулам:

$$P_1 = U_N I_a; \quad P_2 = 2\pi M n / 60 \approx 0,1047 M n; \quad \eta = 100 P_2 / P_1.$$

4.3. Регулировочные характеристики

Регулировочные характеристики позволяют выяснить возможности и пределы регулирования частоты вращения или поддержания ее постоянной при изменении тормозного момента на валу двигателя.

4.3.1. Регулировочная характеристика $U = f(M)$ при $n = \text{const}$

Характеристика позволяет выяснить в каких пределах следует изменять подводимое к двигателю напряжение, чтобы при изменении нагрузки на валу частота вращения его оставалась постоянной.

Опыт проводится следующим образом. После пуска двигателя его загружают с помощью тормозного устройства G (реостат RR_B) до номинального режима ($U_N = 110$ В, $M_N = 8,4$ Н·м, $n_N = 1250$ об/мин). Затем реостатом RR_B постепенно уменьшают момент, одновременно поддерживая реостатом $RR_{p.d}$ частоту вращения якоря постоянной (за счет уменьшения подводимого к двигателю напряжения). Результаты измерений для 7...9 точек записывают в табл. 3.2.

Таблица 3.2

U	В								
$I_a = I_B$	А								
M	Н·м								

4.3.2. Регулировочные характеристики $I_a, n = f(U)$ при $M_c = \text{const}$

Опыт проводится следующим образом. Пустив двигатель в ход при номинальном напряжении $U_N = 110$ В загружают его (реостат RR_B) до момента $M = 0,75M_N = 0,75 \cdot 8,4 = 6,3$ Н·м (этому значению момента соответствует значение тока якоря $I_a = I_B = 10$ А). Затем постепенно реостатом $RR_{p.d}$ уменьшают подводимое напряжение, одновременно поддерживая реостатом RR_B тормозной момент на валу постоянным. Результаты измерений для 7...9 точек записывают в табл. 3.3.

Таблица 3.3

U	В								
$I_a = I_B$	А								
n	об/мин								

4.4. Скоростная характеристика $n = f(I_a)$ при $U = U_N$

Скоростная характеристика представляет зависимость частоты вращения двигателя от тока $n = f(I_a)$ при постоянном напряжении $U = U_N = 110$ В, подводимом к двигателю.

Опытные данные для построения скоростной характеристики следует взять из табл. 3.1. и записать в табл. 3.4.

Таблица 3.4

n	об/мин								
$I_a = I_B$	А								

5. Содержание отчета

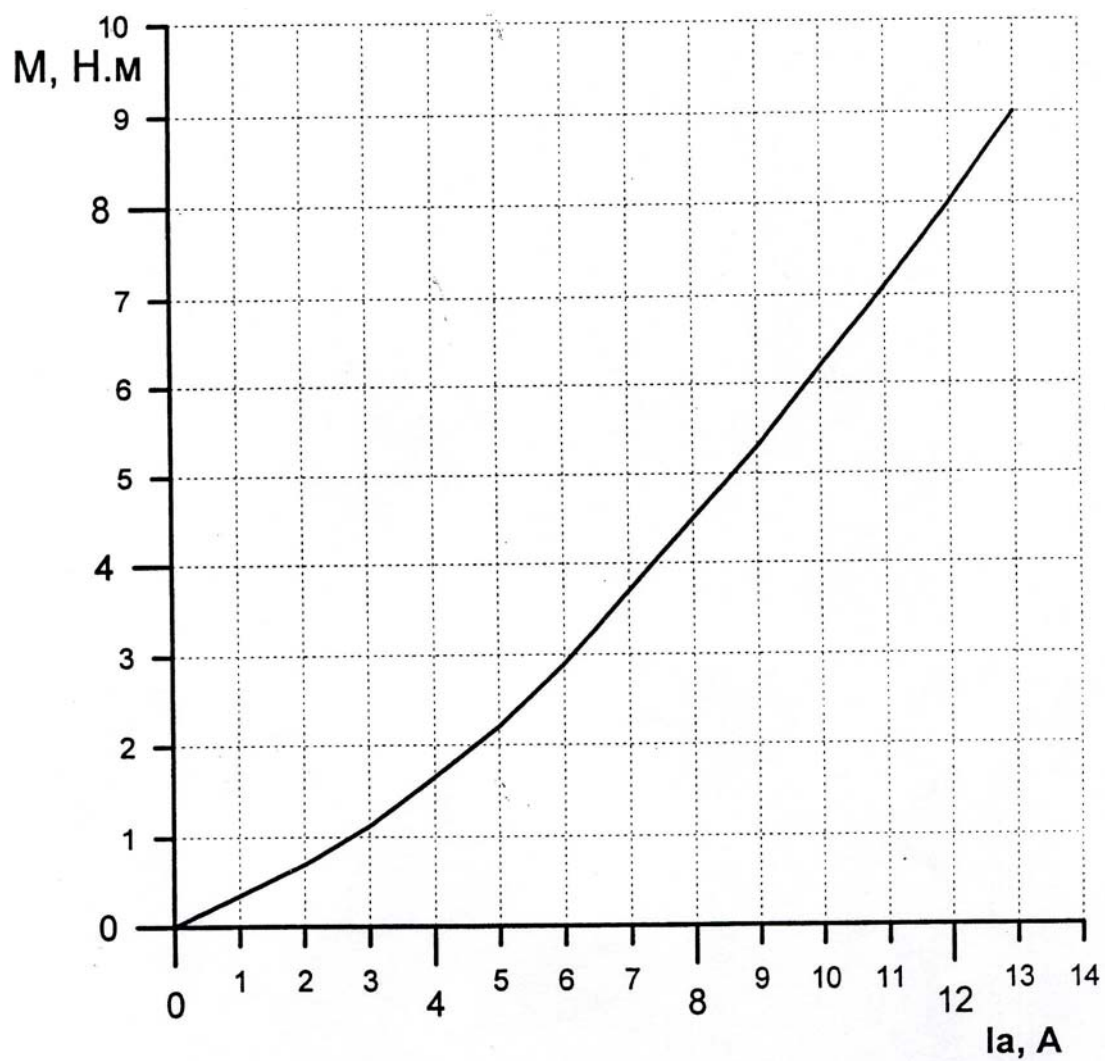
Отчет должен содержать программу выполнения работы, паспортные данные исследуемого двигателя последовательного возбуждения и генератора, схему испытаний, таблицы с результатами опытов и расчетов, графическое представление характеристик двигателя.

6. Контрольные вопросы

1. Опишите устройство двигателя постоянного тока. Какое основное конструктивное отличие машин постоянного тока от других типов электрических машин?
2. Какова область применения двигателей постоянного тока последовательного возбуждения?
3. Какие преимущества имеет двигатель последовательного возбуждения по сравнению с двигателем параллельного возбуждения?
4. Как осуществляется пуск в ход двигателя постоянного тока? Как изменить направление вращения двигателя?
5. Назовите способы регулирования частоты вращения двигателей постоянного тока.
6. Почему не допускается работа двигателя последовательного возбуждения на холостом ходу и при малых нагрузках?
7. Поясните принцип действия двигателя постоянного тока.
8. Назовите основные характеристики двигателей постоянного тока. Почему характеристики двигателя последовательного возбуждением являются мягкими?
9. Почему при малых нагрузках двигатель последовательного возбуждения идет “в разнос”?

Приложение

Зависимость момента двигателя от тока якоря, $M = f(I_a)$



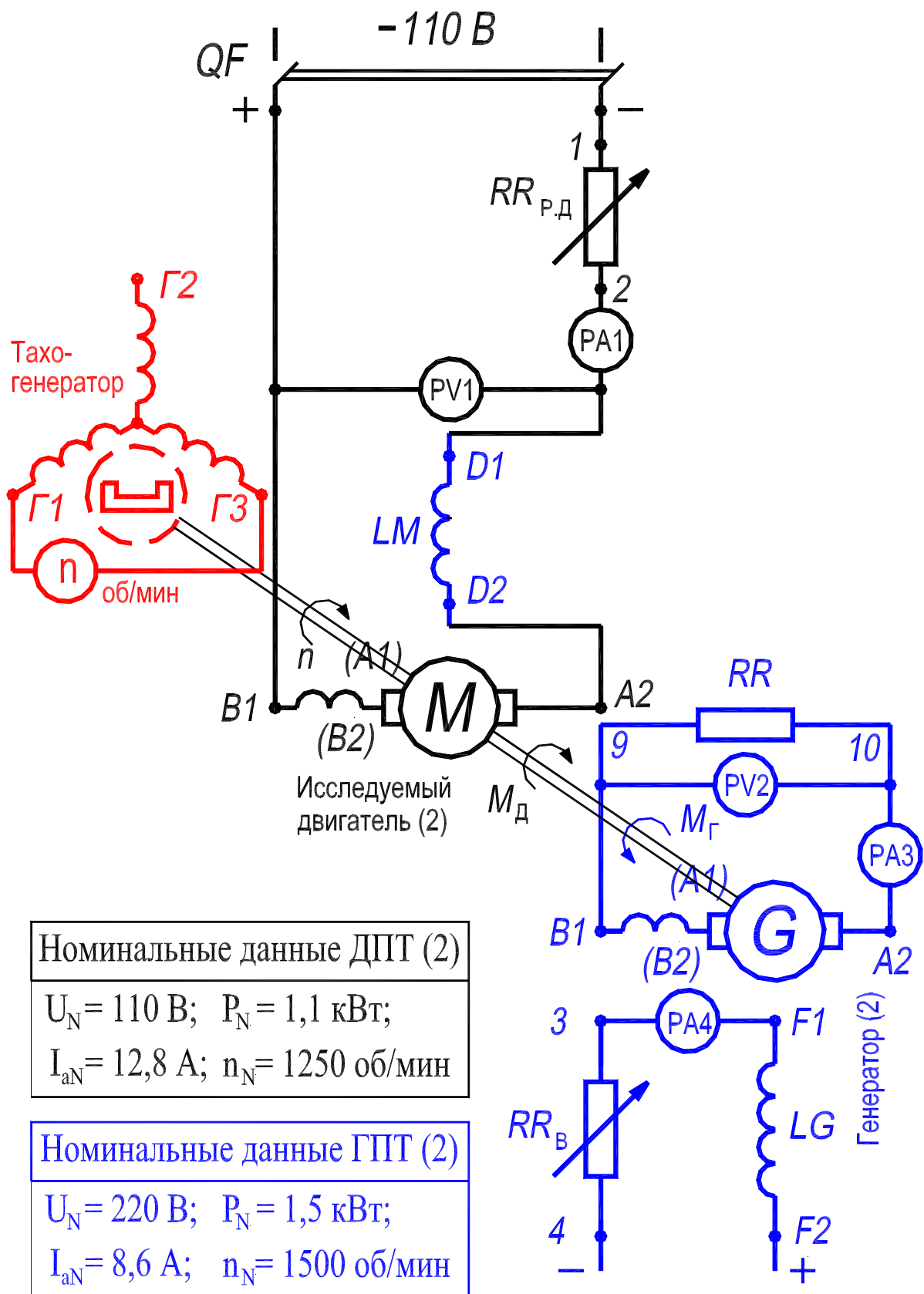


Рис. 3.1. Схема лабораторной установки для исследования двигателя с последовательным возбуждением

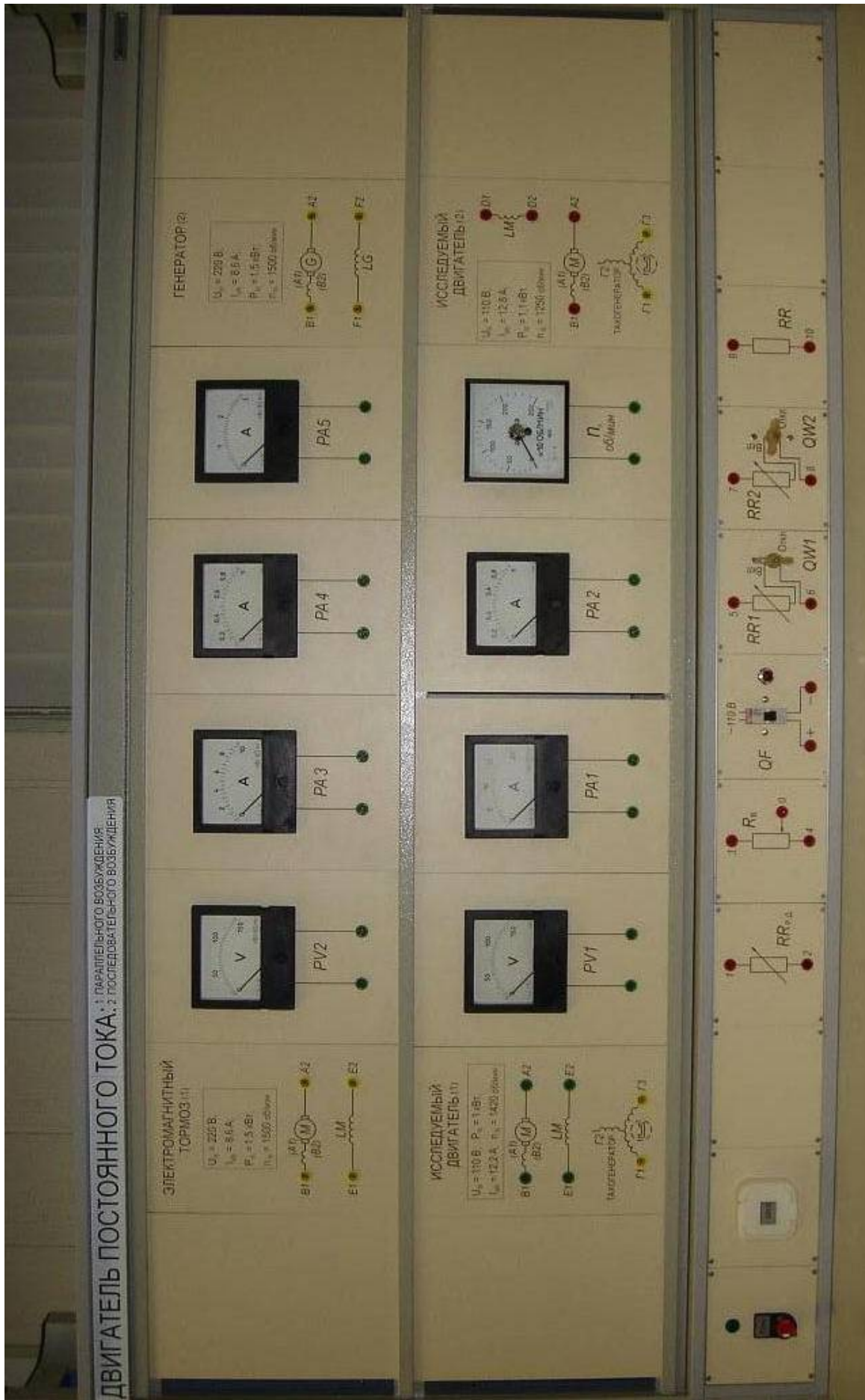


Рис. 3.2. Передняя (приборная) панель стенда “Двигатель постоянного тока”



Рис. 3.3. Общий вид стенда “Двигатель постоянного тока” с исследуемыми агрегатами