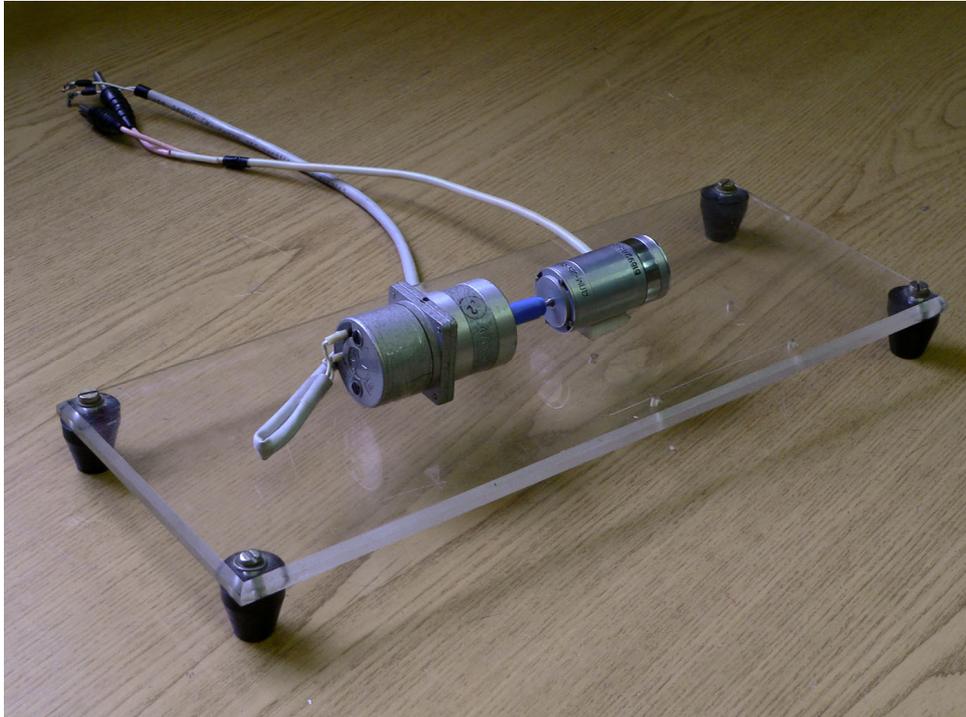


ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА N 4

«Исследование тахогенератора постоянного тока»

Цель работы: ознакомление с принципами действия и устройством тахогенератора постоянного тока ТГП-5.



1. Теоретическая часть

В мехатронных и робототехнических системах в большинстве случаев приходится определять скорости вращающихся деталей или узлов, поэтому под тахометрическими датчиками обычно понимают датчики угловой скорости. Они служат для измерения и стабилизации скорости привода в заданных пределах. Контроль скоростных показателей существенно повышает плавность хода и точностные характеристики приводов, является необходимым условием при построении систем управления позиционно-контурного типа.

Принцип действия большинства промышленных датчиков скорости основан на законе Фарадея

$$\mathcal{E} = -d\Phi/dt,$$

в соответствии с которым ЭДС индукции \mathcal{E} прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ . Конечно, не во всех датчиках скорости используется электромагнитный метод преобразования. Например, для обеспечения необходимой точности при измерении очень малых или очень больших скоростей лучше применять оптические (лазерные, интерферометрические и др.) способы преобразования. В то же время именно электромагнитный метод позволяет создавать измерители скорости, не нуждающиеся в источниках питания, например использующие принцип генерации ЭДС индукции в обмотках датчика при взаимодействии его магнитной системы с ферромагнитными деталями вращающегося объекта.

Наиболее известным типом углового датчика скорости является *тахогенератор* (ТГ). Среди основных задач, решаемых с помощью ТГ, необходимо выделить измерение угловой скорости вала, осуществление обратной связи по скорости, а также электромеханическое преобразование (интегрирование и дифференцирование).

Наиболее известным типом датчика угловой скорости является ТГ постоянного тока, представляющий собой маломощную электрическую машину с независимым возбуждением или с постоянными маг-

нитами (рис. 4.1, а). Конструктивно он состоит из статора, выполненного в виде ферромагнитного каркаса с $2p$ полюсами, ротора - в виде многослойного цилиндра и щеточно-коллекторного узла.

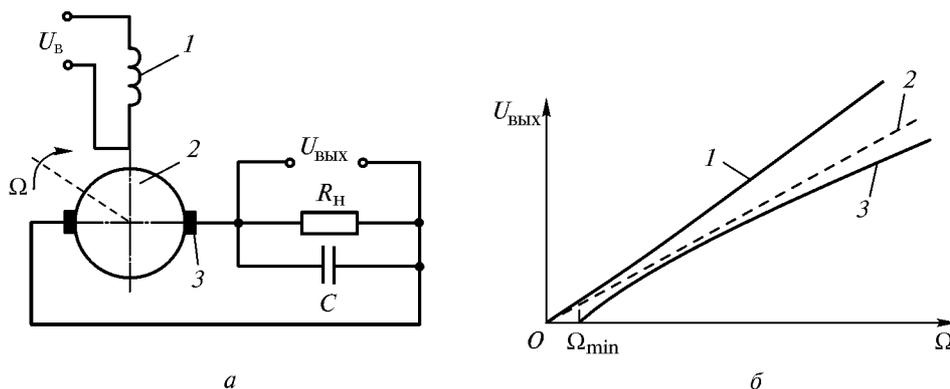


Рис. 4.1. ТГ постоянного тока:

а — схема включения: 1 — обмотка возбуждения; 2 — ротор; 3 — щетки; б — функция преобразования при разных параметрах нагрузки: 1 — $R_H = \infty$; 2 — $R_H \neq \infty, \Phi_p = 0$; 3 — $R_H \neq \infty, \Phi_p \neq 0$

Функция преобразования ТГ постоянного тока (как и других индукционных машин) зависит от конструктивных особенностей и величины нагрузки. ЭДС индукции \mathcal{E}_p , возникающей в электрической машине при вращении ротора относительно обмотки возбуждения, выражается зависимостью вида

$$\mathcal{E}_p = \frac{pr}{2\pi} \Phi_B \Omega,$$

где Ω — угловая скорость входного вала, r — количество проводников, образующих ротор.

Для идеального режима работы ТГ (см. кривую 1 на рис. 4.1, б)

$$U_{\text{вых}} = \mathcal{E}_p = K_T \Omega,$$

где K_T — коэффициент преобразования (крутизна характеристики).

Данная функция преобразования является линейной, она справедлива при допущении, что магнитный поток возбуждения Φ_B , а также сопротивления якорной (роторной) обмотки $R_я$ и нагрузки R_H постоянны. Реальный режим работы ТГ постоянного тока значительно отличается от идеального. Следствием этого является зависимость $K_T = f(\Omega)$ особенно при высоких скоростях (см. кривая 3 на рис. 4.1, б):

$$K_T = \frac{\mathcal{E}_p}{\Omega(1 + R_я/R_H)}.$$

Чувствительность датчика (крутизна характеристики) $U_{\text{вых}} = f(\Omega)$ наибольшая на холостом ходу при $R_H = \infty$. У современных ТГ постоянного тока $K_T = 0,5 \dots 2,0$ мВ · с/об.

2. Практическая часть

В практической части необходимо построить функцию преобразования тахогенератора.

2.1. Лабораторная установка

В состав лабораторной установки входят:

1. коллекторный тахогенератор постоянного тока с зубцовым ротором ТГП-3,
2. электрический двигатель постоянного тока ДПМ-25-Н1,
3. регулируемый источник питания,
4. осциллограф,
5. мультиметр.

2.2. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Собрать установку согласно схеме на рис. 4.2.

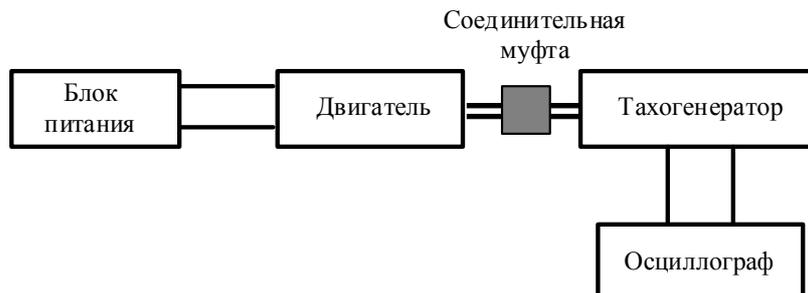


Рис. 4.2. Схема экспериментальной установки

2. С помощью мультиметра определить сопротивление роторной обмотки $R_{я}$.
3. Включить источник питания и осциллограф в сеть с напряжением 220В 50 Гц.
4. Ознакомиться с характеристиками двигателя и тахогенератора по табл. 4.1.

Таблица 4.1

Основные характеристики двигателя и тахогенератора

Тип	$U_{НОМ}$, В	$M_{НОМ}$, мН·м	$n_{НОМ}$, об/мин	$I_{НОМ}$, А	$I_{ХХ}$, А	$M_{п}$, мН·м	$I_{п}$, А	Ресурс, ч
ДПМ-25-Н1	29	3,5	9000	0,25	0,08	15	2,6	300
ТПП-3			9000					500

5. Вращая регулировочное колесико изменять напряжение питания $U_{ип}$ двигателя в диапазоне 1 ... 20 В с шагом 1 В.
6. Вычислить значения угловых скоростей двигателя при заданных напряжениях питания, учитывая, что значение $n_{НОМ}$ соответствует значению $U_{НОМ}$.
7. Снимать значения $U_{вых}$ и занести результаты измерений в первые три столбца табл. 4.2.

Таблица 4.2

Таблица записи результатов эксперимента

N	$U_{ип}$, В	$U_{вых}$, В	n или Ω	$\Delta K_T \max$	$R_{я}$, Ом	Δ_a , В	$\epsilon_{нл}$, %
1							
2							
3							
...							
19							
20							

8. Построить график функции преобразования датчика и определить значение крутизны характеристики K_T .
9. Определить максимальное изменение крутизны K_T при изменении угловой скорости датчика, с помощью формулы $\Delta K_T \max = \Delta U_{вых \max} / \Delta U_{ип}$.
10. Определить абсолютную погрешность Δ_a , соответствующую зоне нечувствительности при малых скоростях ротора (рис. 4.1, б).
11. Вычислить относительную погрешность нелинейности тахогенератора $\epsilon_{нл}$.
12. Заполнить остальные столбцы табл. 4.2.
13. Сделать выводы и ответить на контрольные вопросы.

3. Контрольные вопросы

1. Принцип действия и область применения ТГ постоянного тока.
2. Влияние угловой скорости ротора на функцию преобразования датчика.
3. Причина появления случайных и систематических погрешностей ТГ постоянного тока.
4. Как рассчитываются аддитивная и мультипликативная погрешности датчика.