

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Мамуед Шамсатов

Должность: Ректор

Дата подписания: 07.09.2026 14:41:05

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА М.Д.МИЛЛИОНЩИКОВА»**

Автоматизация технологических процессов и производств

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры
г., протокол №

Заведующий кафедрой
З.Л. Хакимов



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Элементы систем автоматики

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки
«Электропривод и автоматика»

Квалификация
Бакалавр

Составитель



Я.Ш.Шамсадова

Грозный – 2022

ПАСПОРТ

ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Элементы систем автоматики

№ п/ п	Контролируемые темы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Аналоговые узлы систем автоматики	ОПК-5	Лабораторная работа Экзамен
2	Согласующие элементы	ОПК-5.2	Лабораторная работа Экзамен
3	Датчики	ОПК-5.3	Лабораторная работа Экзамен

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	<i>Лабораторная работа</i>	Средство проверки умений обучающегося применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом	Комплект заданий для выполнения лабораторных работ
2	<i>Экзамен</i>	Итоговая форма оценки знаний	Вопросы к экзамену

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ (ОФО и ЗФО)

№1 Определение основных параметров потенциометрического датчика.

№2 Определение основных параметров индуктивного датчика.

№3 Определение основных параметров емкостного датчика.

№4 Определение основных параметров электромагнитного реле.

№5 Определение основных параметров исполнительного устройства и простейшего магнитного усилителя.

№6 Определение основных параметров следящей системы автоматики.

Критерии оценки ответов на лабораторные работы:

Оценка «**зачтено**» - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, может быть допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «**не зачтено**» - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках

основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Вопросы к экзамену по дисциплине

Элементы систем автоматики

1. Автоматика и автоматизация
2. Виды управления.
3. Классификация системы.
4. Система АСУТП
5. Функции системы
6. Системы ЛАС, САК, САС.
7. Системы САЗ, САР
8. Примеры многоканальных систем стабилизации
9. Элементы системы автоматики
10. Общими характеристиками элементов
11. Определение и общие характеристики датчиков
12. Требования предъявляемые к датчикам
13. Датчики положения объектов (ДПО)
14. Электроконтактные датчики положения объектов
15. Индуктивные выключатели
16. Магнитные выключатели типа ДКПУ
17. Оптические, радиоактивные, ультразвуковые ДПО
18. Генераторные ДПО
19. Цифровые ДП
20. Локационные датчики (ЛД)
21. Датчики скорости
22. Тахогенераторные ДС
23. Магнитоиндукционные датчики
24. Цифровые датчики скорости
25. Датчики усилий
26. Датчики токов и напряжений
27. Магнитные усилители
28. Электромагнитные реле
29. Полупроводниковое реле
30. Гамма-реле
31. Проволочный тензорезистор
32. Позиционные регуляторы
33. Импульсные регуляторы
34. Микропроцессорные регуляторы
35. Электрические регулирующие комплексы
36. Контроллеры ТЕКОН
37. Контроллеры SIMATIC
38. Промышленные компьютеры
39. Гидравлические и пневматические исполнительные устройства
40. Электродвигательные исполнительные устройства
41. Электромагнитные исполнительные элементы
42. Регистры памяти, триггеры как ячейки памяти, ОЗУ.

Критерии оценки знаний при приеме экзамена

Неудовлетворительно» Обучающийся не овладел оцениваемой компетенцией, не

раскрывает сущность поставленной проблемы. Не умеет применять теоретические знания в решении практической ситуации. Допускает ошибки в принимаемом решении, в работе с нормативными документами, неуверенно обосновывает полученные результаты. Материал излагается нелогично, бессистемно, недостаточно грамотно.

«Удовлетворительно» Обучающийся освоил 60-69% оцениваемой компетенции, показывает удовлетворительные знания основных вопросов программного материала, умения анализировать, делать выводы в условиях конкретной ситуационной задачи. Излагает решение проблемы недостаточно полно, непоследовательно, допускает неточности. Затрудняется доказательно обосновывать свои суждения.

«Хорошо» Обучающийся освоил 70-80% оцениваемой компетенции, умеет применять теоретические знания и полученный практический опыт в решении практической ситуации. Умело работает с нормативными документами. Умеет аргументировать свои выводы и принимать самостоятельные решения, но допускает отдельные неточности, как по содержанию, так и по умениям, навыкам работы с нормативно-правовой документацией.

«Отлично» Обучающийся освоил 90-100% оцениваемой компетенции, умеет связывать теорию с практикой, применять полученный практический опыт, анализировать, делать выводы, принимать самостоятельные решения в конкретной ситуации, высказывать и обосновывать свои суждения. Демонстрирует умение вести беседы, консультировать граждан, выходить из конфликтных ситуаций. Владеет навыками работы с нормативными документами. Владеет письменной и устной коммуникацией, логическим изложением ответа.

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

(ОФО и ЗФО)

Лабораторная работа №1

Определение основных параметров потенциометрического датчика

1. Цель работы:

Научиться рассчитывать параметры потенциометрического датчика.

2. Пояснения к работе

2.1 Краткие теоретические сведения

Потенциометрический датчик представляет собой реостат, включенный по схеме потенциометра. Потенциометрический датчик преобразует механические перемещения в изменения сопротивления реостата. Расчет потенциометра сводится к расчету сопротивлений: определяются размеры каркаса для намотки, диаметр провода обмотки, количество витков, шаг намотки.

1) рабочая длина каркаса:

$$L = \frac{\alpha D \pi}{360}, (\text{мм}) \quad (1)$$

где L - рабочая длина каркаса;

α - угол поворота;

D -средний диаметр каркаса.

2) минимальное число витков:

$$n = \frac{100}{\delta_p(\%)}, (\text{ВИТКОВ}) \quad (2)$$

где n- минимальное число витков %;

δ_p -разрешающая способность.

3) шаг намотки:

$$\tau = L/n, (\text{мм}) \quad (3)$$

где τ - шаг намотки.

4) диаметр провода с изоляцией:

$$d_{и} = \tau - 0.015, (\text{мм}) \quad (4)$$

где $d_{и}$ - диаметр провода с изоляцией.

5) коэффициент нагрузки:

$$\beta = \frac{R_H}{R} = \frac{1 - \delta_{\max}}{4\delta_{\max}}, \quad (5)$$

где R_H -коэффициент нагрузки ,

$\delta_{\max}$ -максимальная погрешность

6) сопротивление потенциометра:

$$R = \frac{R_H}{\beta}, (\text{Ом}) \quad (6)$$

где R- сопротивление потенциометра,.

7) высота каркаса:

$$H = \left(\frac{\pi R d^2}{8 \rho n} \right) - b, (\text{мм}) \quad (7)$$

где H-высота каркаса

ρ -удельное сопротивление

b-толщина каркаса

2.2 Пример расчет

Исходные данные:

$R_H = 4400 \text{ Ом}$, $\delta_{\max} = 2,5 \%$, $U = 26 \text{ В}$, $D = 45 \text{ мм}$, $\alpha = 330$, $b = 2 \text{ мм}$, $\delta_p = 0,25 \%$, $\rho = 0,49 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Решение:

- 1) $L = 330 \cdot 45 \cdot 3,14 / 360 = 129,5 \text{ (мм)}$;
- 2) $n = 100 / 0,25 = 400 \text{ (витков)}$;
- 3) $\tau = 129,5 / 400 = 0,324 \text{ (мм)}$;
- 4) $d_H = 0,324 - 0,015 = 0,309 \text{ (мм)}$ (с учетом изоляции);
- 5) Выбираем $d \approx 0,3 \text{ (мм)} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$;
- 6) $\beta = (1 - 0,025) / (4 \cdot 0,025) = 9,75$;
- 7) $R = 4400 / 9,75 = 451,3 \text{ (Ом)}$;
- 8) $H = \{ [3,14 \cdot 451,3 \cdot (0,3 \cdot 10^{-3})^2] / (8 \cdot 0,49 \cdot 10^{-6} \cdot 400) \} - 0,002 = 0,0793 \text{ (м)} = 79,3 \text{ (мм)}$.

3. Задание:

3.1 Рассчитать параметры потенциометрического датчика. Исходные данные для расчета взять из таблицы 1, согласно варианту

Таблица 1.

№ вариан та	R_H (Ом)	$\delta_{\max}$ (%)	U (В)	D (мм)	α	B (мм)	δ_p (%)	$\rho \cdot 10^{-6}$ (Ом·м)
-------------------	---------------	------------------------	----------	-----------	----------	-----------	-------------------	--------------------------------

1	4400	2,0	26	50	330	1,8	0,2	0,49
2	4400	3,0	26	55	330	2,5	0,2	0,42
3	4400	2,7	26	47	330	1,5	0,23	0,49
4	4400	2,3	26	52	330	2,3	0,25	0,42
5	4400	2,1	26	49	330	2,0	0,21	0,42

3.2 Произвести расчет

$L =$ _____

$n =$ _____

$\tau =$ _____

$d_n =$ _____

$\beta =$ _____

$R =$ _____

7

$H =$ _____

3.3 Результаты расчета свести в таблицу 2

Таблица 2.

L (мм)	n (вит)	τ (мм)	d_n (мм)	β	R (Ом)	H (мм)

Лабораторная работа №2

Определение основных параметров индуктивного датчика

1. Цель работы

Научиться рассчитывать индуктивность индуктивного датчика.

2. Пояснения к работе

2.1 Краткие теоретические сведения

Индуктивные датчики преобразуют механическое перемещение в изменение параметров магнитной и электрической цепей. Принцип действия индуктивных датчиков основан на изменении индуктивности L или взаимной индуктивности M обмотки с сердечником

вследствие изменения магнитного сопротивления R_m магнитной цепи, в которую входит сердечник.

1) последовательность преобразований:

$$F \rightarrow \delta_b \rightarrow R_m \rightarrow L \rightarrow X_L \rightarrow Z \rightarrow I,$$

где F - усилие;

δ_b - длина воздушного зазора;

R_m - магнитное сопротивление;

L - индуктивность;

X_L - индуктивное сопротивление;

Z - полное сопротивление;

I - ток.

2) индуктивность датчика вычисляется по формуле:

$$L = \left(\frac{2}{\delta_b}\right) * \pi * n^2 * S_m * 10^7, (\text{Гн}) \quad (1)$$

где

L - индуктивность датчика,

δ_b - длина воздушного зазора;

n - число витков;

S_m - площадь поперечного сечения магнитопровода.

2.2 Пример расчета

Исходные данные:

$$\delta_{b1} = 0,4 \text{ мм} = 0,0004 \text{ м} = 4 * 10^{-4} \text{ м};$$

$$\delta_{b2} = 0,6 \text{ мм} = 0,0006 \text{ м} = 6 * 10^{-4} \text{ м};$$

$$\delta_{b3} = 0,8 \text{ мм} = 0,0008 \text{ м} = 8 * 10^{-4} \text{ м};$$

$$S_m = 40 \text{ мм}^2 = 0,00004 \text{ м}^2 = 4 * 10^{-5} \text{ м}^2; n = 16000 \text{ витков}$$

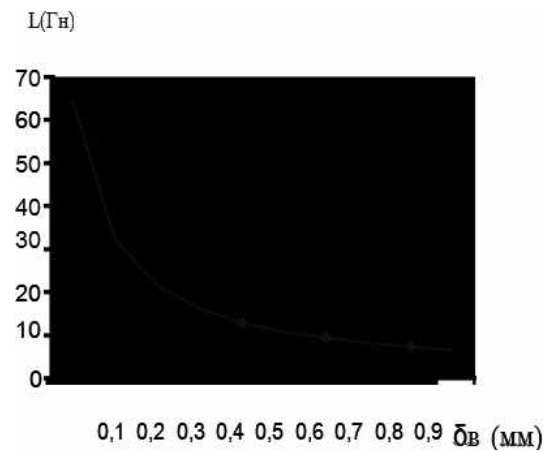
Решение:

$$L_1 = (2/0,0004) * 3,14 * 16000^2 * 40 * 10^7 = 16,1 (\text{Гн})$$

$$L_1 = (2/0,0006) * 3,14 * 16000^2 * 40 * 10^7 = 10,7 (\text{Гн})$$

$$L_1 = (2/0,0008) * 3,14 * 16000^2 * 40 * 10^7 = 8 (\text{Гн})$$

Построить график $L = f(\delta_b)$



3. Задание:

3.1 Определить индуктивность датчика в зависимости от длины воздушного зазора.

Исходные данные для расчета взять из таблицы 1, согласно варианту.

Таблица 1.

№ варианта	$\delta_{в1}, (\text{мм})$	$\delta_{в2}, (\text{мм})$	$\delta_{в3}, (\text{мм})$	$S_{\text{м}}, (\text{мм}^2)$	n
1	0,3	0,5	0,7	40	16000
2	0,4	0,6	0,8	50	16000
3	0,3	0,5	0,7	60	15500
4	0,4	0,6	0,8	30	16500
5	0,5	0,7	0,9	30	16500

3.2 Произвести расчет

$L_1 =$ _____

$L_2 =$ _____

$L_3 =$ _____

3.3 Результаты расчета свести в таблицу 2.

Таблица 2.

$L_1 (\text{Гн})$	$L_2 (\text{Гн})$	$L_3 (\text{Гн})$

Построить график $L = f(\delta v)$

Лабораторная работа №3

Определение основных параметров емкостного датчика.

1 Цель работы

Научиться рассчитывать параметры емкостного датчика.

2. Пояснения к работе.

2.1 Краткие теоретические сведения.

Емкостной датчик угловых перемещений имеет вид:

1-подвижная пластина;

2-вал;

3-неподвижная пластина максимальная емкость датчика при $\alpha = 180$ равна:

$$C_{\max} = \frac{0.89 \cdot S_{\max} \cdot (n-1) \cdot 180}{d \cdot 180} = \frac{0.89 \cdot S_{\max} \cdot (n-1)}{d}, \quad (\Phi) \quad (1)$$

где $S_{\max}$ - площадь взаимодействия между подвижной и одной из неподвижных пластин;

$C_{\max}$ - максимальная емкость,

d - расстояние между пластинами,

$\epsilon_r = 1$ (диэлектрик-воздух).

отсюда общее количество подвижных и неподвижных пластин

$$n = \frac{C_{\max} \cdot d}{0.89 \cdot S_{\max} + 1}, \quad (\text{штук}) \quad (2)$$

полученное количество округляем до целого числа.

1) чувствительность датчика определяем по формуле:

$$S_d = \frac{0.89 \cdot S_{\max} \cdot (n-1)}{d \cdot 180}, \quad (3)$$

11

2.2 Пример расчета

Исходные данные:

$S_{\max} = 15 \text{ см}^2$; $C_{\max} = 400$; $d = 0,8$; $\epsilon_r = 1$;

Решение:

$n = 400 \cdot 0,8 / 0,89 \cdot 15 + 1 = 22$ (штук)

$S_d = 0,89 \cdot 15 \cdot (22-1) / 0,8 \cdot 180 = 2$

3 Задание:

3.1 Определить основные параметры емкостного датчика. Исходные данные для расчета взять из таблицы 1.

Таблица 1.

№ варианта	$S_{\max}$, (см)	$C_{\max}$ (пФ)	d (мм)
1	12	400	0,5
2	10	200	0,6
3	15	600	0,4
4	18	830	0,8
5	15	440	0,6

3.2 Произвести расчет

n= _____

S_д= _____

3.3 Результаты расчета свести в таблицу 2.

Таблица2.

n (шт)	S _д

12

Лабораторная работа № 4

Определение основных параметров электромагнитного реле постоянного тока

1.Цель работы

Научиться рассчитывать параметры электромагнитного реле.

2.Пояснения к работе.

2.1. Краткие теоретические сведения:

Реле – это устройство, которое автоматически осуществляет скачкообразное переключение выходного сигнала под воздействием управляющего сигнала, изменяющегося непрерывно в определенных пределах. Электромагнитные реле по роду используемого тока делятся на реле постоянного и переменного тока. Реле постоянного тока делятся на нейтральные и поляризованные. Рассмотрим основные параметры, характеризующие работу, нейтрального электромагнитного реле постоянного тока.

1)площадь воздушного зазора:

$$S_{\delta} = \pi * \frac{D^2}{4} , (\text{мм}^2) \quad (1)$$

где S_{δ} - площадь воздушного зазора, (мм^2);

D - диаметр катушки.

2) величина магнитного потока:

$$\Phi_{\delta} = \sqrt{\frac{F \cdot S_{\delta}}{4 \cdot 10^5}}, \quad (\text{Вб}) \quad (2)$$

где F – намагничивающая сила.

3) магнитная индукция:

$$B_{\delta} = \frac{\Phi_{\delta}}{S_{\delta}}, \quad (\text{Тл}) \quad (3)$$

4) магнитное напряжение, приходящееся на воздушный зазор:

$$I \cdot \omega \delta = B_{\delta} / \mu_0 \cdot \delta, \quad (\text{А}) \quad (4)$$

где $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ – магнитная проницаемость.

2.2 Пример расчета

Исходные данные:

$F_K = 80 \text{ Н}$; $D = 14 \text{ мм} = 14 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $\delta = 0,15 \text{ мм} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$

Решение:

1) $S_{\delta} = 3,14 \cdot 14^2 \cdot 10^{-3} / 4 = 1,54 \cdot 10^{-4} (\text{м}^2)$

2) $\Phi_{\delta} = \sqrt{80 \cdot 1,54 \cdot 10^{-4} / 4 \cdot 10^5} = 1,75 \cdot 10^{-4} (\text{Вб})$

3) $B_{\delta} = 1,75 \cdot 10^{-4} / 1,54 \cdot 10^{-4} = 1,14 (\text{Тл})$

4) $I \cdot \omega \delta = 1,14 / 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} = 136 (\text{А})$

3. Задание:

3.1 Рассчитать параметры электромагнитного реле. Исходные данные для расчета взять в таблице 1, согласно варианту.

Таблица 1.

№ варианта	F (Н)	D (мм)	δ (мм)
1	50	20	0,2
2	90	12	0,9
3	40	17	0,1
4	100	29	1,2
5	130	30	1,5

3.2 Произвести расчет:

$S_{\delta} =$ _____

$\Phi_{\delta} =$ _____

$B_{\delta} =$ _____

$I \cdot \omega_{\delta} =$ _____

3.3 Результаты расчета свести в таблицу 2.

Таблица 2.

$S_{\delta} \text{ (м}^2\text{)}$	$\Phi_{\delta} \text{ (Вб)}$	$B_{\delta} \text{ (Тл)}$	$I \cdot \omega_{\delta} \text{ (А)}$

Лабораторная работа №5

Определение основных параметров исполнительного
электромагнитного устройства автоматики и магнитного усилителя

1. Цель работы

1.1 Научиться рассчитывать параметры клапанного электромагнита.

1.2 Научиться рассчитывать параметры магнитного усилителя с внешней обратной связью.

Задача №1. Определить основные параметры клапанного электромагнита

2 Пояснения к работе.

2.1 Краткие теоретические сведения:

Электромагниты бывают:

по виду тока в обмотке - постоянного и переменного токов; по скорости срабатывания – быстродействующие, нормальные и замедленного действия; по назначению - приводные и удерживающие; по конструктивному исполнению - клапанные (поворотные), прямоходные и с поперечным движением якоря.

Клапанные электромагниты имеют небольшое перемещение якоря (несколько мм) и развивают большое тяговое усилие.

1. Конструктивный фактор

$$A = \sqrt{F_{\text{я}}}/\delta, \text{ (Н/мм)} \quad (1)$$

где $F_{\text{я}}$ – тяговое усилие,

δ – ход якоря

2. Индукция в зазоре B_{δ} (Тл)

(выбирается по зависимости $B_{\delta} = f(A)$)

3. Площадь сечения полюсного наконечника:

$$S = \frac{F_{\text{я}}}{4} \cdot \frac{1}{B_{\delta}^2} \cdot 10^5, \text{ (мм}^2\text{)} \quad (2)$$

(получено из формулы $F_{\text{я}} = 4 \cdot B_{\delta}^2 \cdot S \cdot 10^5$)

4. Сечения сердечника магнитопровода:

$$S_c = S_{\text{я}} = \sigma * B_{\delta} * S / B_{\text{ст}}, (\text{мм}^2) \quad (3)$$

где $B_{\text{ст}}$ – индукция в стали

σ – коэффициент рассеяния магнитной системы

5. Сечение ярма магнитопровода:

$$S_{\text{я}} = S_{\text{ям}}, (\text{мм}^2) \quad (4)$$

6. Сечение якоря магнитопровода:

$$S_{\text{як}} = S_c / \sigma, (\text{мм}^2) \quad (5)$$

7. Полная МДС катушки:

$$I * \omega = B_{\delta} * \delta / \mu_0 (1 - \alpha), (\text{А}) \quad (6)$$

где α – коэффициент, характеризующий отношение МДС, не

участвующей в создании тягового усилия к общей МДС катушки

2.2 Пример расчета

Исходные данные:

$F_{\text{э}} = 256 \text{ Н}$, $\delta = 16 \text{ мм} = 1,6 \text{ см} = 1,6 * 10^{-2} \text{ м}$, $B_{\text{ст}} = 1,2 \text{ Тл}$, $\sigma = 2$,

$\alpha = 0,15$, $\mu_0 = 4 * 3,14 * 10^{-7} \text{ Гн/м}$, $B_{\delta} = 1,1 \text{ Тл}$

Решение:

1. $A = \sqrt{256 / 1,6} = 10 \text{ (Н/см)}$
2. $S = 250 / 4 * 1,1 * 1,1 * 10^5 = 5,2 * 10^{-4} (\text{м}^2) = 5,2 (\text{см}^2)$
3. $S_c = 2 * 1,1 * 5,2 / 1,2 = 9,7 (\text{см}^2)$
4. $S_{\text{я}} = 9,7 (\text{см}^2)$
5. $S_{\text{як}} = 9,7 / 2 = 4,85 (\text{см}^2)$
6. $I * \omega = 1,1 * 1,6 * 10^{-2} / 4 * 3,14 * 10^{-7} (1 - 0,15) = 16 * 10^3 (\text{А})$

3. Задание:

3.1 Определить основные параметры клапанного электромагнита.

Исходные данные для расчета взять из таблицы 1, согласно вариант.

Таблица 1.

№	$F_{\text{э}}$ (Н)	δ (мм)	$B_{\text{ст}}$ (Тл)	σ	α	μ_0
1	155	0,5	1,2	1,5	0,2	$4\pi 10^{-7}$
2	195	0,7	1,25	1,5	0,3	$4 \pi 10^{-7}$
3	325	1,2	1,3	1,75	0,4	$4 \pi 10^{-7}$

4	225	1,5	1,35	1,75	0,5	$4 \pi 10^{-7}$
5	155	2,5	1,4	2,0	0,6	$4 \pi 10^{-7}$

3.2. Произвести расчет:

$A =$ _____

$S =$ _____

$S_c =$ _____

$S_{я} =$ _____

$S_{як} =$ _____

$I^*w =$ _____

3.3 Результаты расчета свести в таблицу 2.

Таблица 2.

A (Н/см)	B_{δ} (Тл)	S (мм ²)	S_c (мм ²)	$S_{я}$ (мм ²)	$S_{як}$ (мм ²)	I^*w (А)

Задача №2: Определить основные параметры магнитного усилителя с внешней ОС.

2. Пояснения к работе.

2.1 Краткие теоретические сведения

Магнитный усилитель (МУ) – это статическое электромагнитное устройство, состоящее из сердечника и наложенных на него обмоток. Принцип действия МУ основан на использовании зависимости индуктивности катушки с ферромагнитным сердечником от величины подмагничивающего тока, создаваемого управляющим входным сигналом.

Для повышения коэффициента усиления и быстродействия в МУ вводится обратная связь (ОС). ОС может быть внешней и внутренней.

1) мощность нагрузки:

$$P_H = I_H^2 * R_H, (\text{Вт}) \quad (7)$$

2) мощность управления:

$$P_Y = I_Y^2 * R_Y, (\text{Вт}) \quad (8)$$

где I_H и I_Y - токи на входе и на выходе;

R_H и R_Y - сопротивления нагрузки и цепи управления;

3) коэффициент усиления по мощности:

$$K_p = \frac{P_H}{P_Y} \quad (9)$$

4) величина напряжения питания схемы:

$$U_C = (1.2|2.0) * I_H * R_H, (B) \quad (10)$$

5) удельное количество витков рабочей обмотки:

$$\sqrt{P}/L_{CP} = H_{\sim max}/I_H, \quad (11)$$

где $H_{\sim max}$ - максимальная напряженность поля;

I_H - максимальный ток нагрузки.

6) основной размер сердечника:

$$a = \sqrt[3]{U_C * 10^4 / \sqrt{P}/L_{CP} * K_{cp} * B}, \quad (12)$$

где f - частота переменного тока;

K_B, K_{cp} - постоянные для данного сердечника; B -индукция.

2.2 Пример расчета

Исходные данные:

$I_H = 6 * 10^{-3} A$; $R_H = 650 \text{ Ом}$; $R_Y = 660 \text{ Ом}$; $I_Y = 3 * 10^{-4} A$; $f = 50 \text{ Гц}$; $K_B = 1$; $H_{\sim max} = 0,75$; $K_{cp} = 20$; $B = 0,45 \text{ Тл}$.

Решение:

$$1) P_H = (6 * 10^{-3})^2 * 650 = 2,34 * 10^{-2} (Bт);$$

$$2) P_Y = (3 * 10^{-4})^2 * 660 = 5,94 * 10^{-5} (Bт);$$

$$3) K_p = 2,34 * 10^{-2} / 5,94 * 10^{-5} = 394$$

$$4) U_C = 1,5 * 6 * 10^{-3} * 650 = 5,85 (B)$$

$$5) \sqrt{P}/L_{CP} = 0,75 / 6 * 10^{-3} = 125$$

$$6) a = \sqrt[3]{5,85 * 10^4 / 125 * 20 * 0,45} = 1,8$$

3.Задание: Определить основные размеры сердечника МУ с внешней ОС.

№ варианта	I_H $10^{-3}(A)$	I_Y $10^{-4}(A)$	R_H (Ом)	R_Y (Ом)	f (Гц)	$H_{\sim max}$ (B)	K_B	K_{cp}	$B_{ст}$ (Тл)
1.	6	3	650	660	50	0,75	1	20	0.45
2.	6	4	680	665	50	0,75	1	20	0.45
3.	7	3	660	670	50	0,75	1	20	0.45
4.	8	5	670	680	50	0,75	1	20	0.45
5.	8	3	640	660	50	0,75	1	20	0.45

3.1 Исходные данные для расчета взять из таблицы 1, согласно варианту.

Таблица 1

3.2 Произвести расчет

$P_H =$ _____

$P_y =$ _____

$K_p =$ _____

$U_c =$ _____

$L_{cp} =$ _____

$a =$ _____

3.3 Результаты расчета свести в таблицу 2.

Таблица 2.

P_n (Вт)	P_y (Вт)	K_p	U_c (В)	W_p/L_{cp}	a

Лабораторная работа №6

Определение основных параметров следящего привода

1. Цель работы

Научиться рассчитывать параметры исполнительного устройства и коэффициента усиления системы для следящего привода

2. Пояснения к работе

2.1 Краткие теоретические сведения:

Системы автоматики делятся на системы стабилизации, системы программного управления и следящие системы. Следящие системы – это такие системы, которые с той или иной степенью точности воспроизводят изменения входных величин, происходящие по произвольному закону.

По назначению следящие системы делятся на следящие электроприводы, системы дистанционного управления, измерительные системы.

1) передаточное число редуктора:

$$i_{M=n_{max}/n_n}, \quad (1)$$

где n_{max} - максимальная скорость загрузки;

n_n - число оборотов двигателя.

2) момент сопротивления, приведенный к валу:

$$M_{спр} = M_c * i_m / \eta, \text{ (Н/м)} \quad (2)$$

где M_c - момент сопротивления нагрузки;

η - КПД механическая передача.

3) мощность двигателя:

$$P_m = M_{спр} * n_n / 97,5, \text{ (Вт)} \quad (3)$$

4) коэффициент усиления двигателя по скорости относительно напряжения управления:

$$K_d = n_n / U_{y.max}, \quad (4)$$

22

5) коэффициент усиления усилителя по напряжению:

$$K_y = U_{y.max} / d * i * K, \quad (5)$$

где d- допустимое значение динамической ошибки;

i- придаточное число между сельсинами точного и грубого отчетов.

6) общий коэффициент усиления системы:

$$K_0 = K * K_d * K_y * K_m, \quad (6)$$

где $K_m = i_m * i$.-коэффициент механической передачи к сельсину точного отсчета.

2.2 Пример расчета

Исходные данные:

$M_c = 50 \text{ Н*м}$; $n_{max} = 3,3 \text{ об/мин}$; $d \leq 0,1^\circ$; $i = 30$; $K = 0,5 \text{ В/град}$; $U_{y.max} = 240 \text{ В}$, $n_n = 6000 \text{ об/мин}$; $\eta = 0,6$

Решение:

- 1) $i_m = 333 / 6000 = 1 / 1800$;
- 2) $M_{c.пр} = 50 / (0,6 * 1800) = 4,63 * 10^{-2} \text{ (Н*м)}$;
- 3) $P_m = (4,63 * 10^{-2} * 6000) / 97,5 = 2,86 * 10^{-2} \text{ (кВт)}$;
- 4) $K_d = 6000 / 240 = 150 \text{ (град/(В*сек))}$;
- 5) $K_y = 240 / (0,1 * 30 * 0,5) = 160$;
- 6) $K_m = 30 / 1800 = 1 / 60$;
- 7) $K_0 = 0,5 * 160 * 150 * (1 / 60) = 200 \text{ (1/сек)}$.

3. Задание:

3.1 Рассчитать общий коэффициент усиления системы. Исходные данные для расчета взять из таблицы 1, согласно варианту.

23

Таблица 1.

№ варианта	$M_c \text{ (Н*м)}$	n_{max} (об/мин)	d	i	K (В/град)	n_n (об/мин)	η	$U_{y.max}$ (В)
---------------	---------------------	-----------------------	---	---	---------------	-------------------	--------	--------------------

1	45	3,3	0,1	25	0,5	5500	0,58	240
2	55	3,3	0,1	30	0,5	5700	0,5	240
3	60	3,3	0,1	35	0,5	5800	0,6	240
4	50	3,3	0,1	25	0,5	5900	0,62	240
5	48	3,3	0,1	29	0,5	6000	0,65	240

3.2 Произвести расчет

$i_m =$ _____

$M_{с.пр} =$ _____

$P_m =$ _____

$K_d =$ _____

$K_y =$ _____

$K_m =$ _____

$K_0 =$ _____

3.3 Результаты расчета свести в таблицу 2.

Таблица 2.

№ варианта	i_m	$M_{с.пр}(H*M)$	$P_m(Вт)$	K_d	K_y	K_m	K_o