

Лабораторная работа №3 на тему: «Система управления электрическим конвектором»

Рассмотрим систему управления электрическим конвектором. Система управления электрическим конвектором предназначена для поддержания заданной температуры в помещении при помощи электрического обогревателя. Основной задачей такой системы является обеспечение комфортной температуры с учетом внешних факторов (например, изменения температуры воздуха) и предотвращение перегрева или недогрева, что важно для сохранения энергии и обеспечения безопасности. Система управления электрическим конвектором включает в себя исполнительные механизмы, датчики температуры и микроконтроллер для регулирования работы нагревательного элемента.

Функциональная схема:

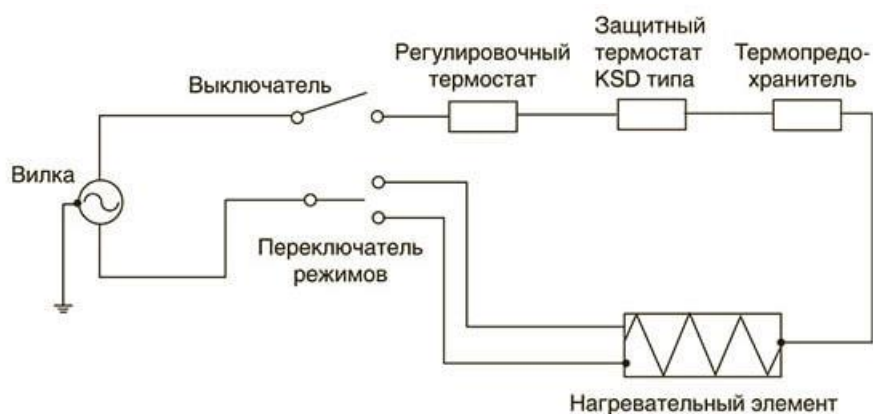


Рисунок 1 - Функциональная схема электрического конвектора

Описание элементов схемы:

- Вилка - служит для подключения конвектора к электрической сети переменного тока.
- Выключатель - основной выключатель питания, позволяющий полностью обесточить устройство.
- Переключатель режимов - позволяет выбирать различные уровни мощности нагрева, что может быть полезно для регулирования интенсивности обогрева помещения.
- Регулировочный термостат - этот элемент отвечает за поддержание заданной температуры в помещении. Он включает и выключает нагревательный элемент в зависимости от показаний температурного датчика.
- Защитный термостат KSD типа - является устройством аварийной защиты. При критическом повышении температуры внутри конвектора, он размыкает электрическую цепь, предотвращая перегрев и возможные повреждения устройства.

- Термopредохранитель - дополнительный элемент защиты, срабатывающий при перегреве. Он обычно имеет одноразовую конструкцию и требует замены после срабатывания.
- Нагревательный элемент - преобразует электрическую энергию в тепловую, обеспечивая нагрев воздуха в помещении.

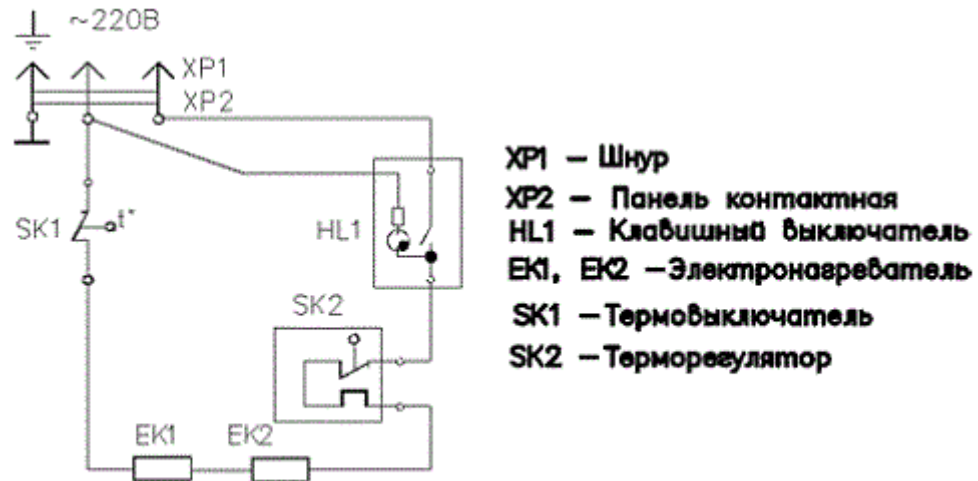


Схема электрическая принципиальная

Рисунок 2 - принципиальная электрическая схема электрического конвектора

При включении клавишного выключателя HL1, электрическая энергия от сети переменного тока ($\sim 220\text{В}$) подается на терморегулятор SK2.

Терморегулятор, оснащенный биметаллической пластиной, непрерывно отслеживает температуру окружающего воздуха.

Когда температура достигает заданного значения, биметаллическая пластина деформируется, размыкая контакт и прекращая подачу питания на нагревательные элементы EK1 и EK2. Вследствие этого, конвектор перестает нагревать воздух.

При снижении температуры ниже заданного значения, биметаллическая пластина возвращается в исходное положение, замыкая контакт и возобновляя нагрев.

Термовыключатель SK1 выполняет функцию аварийной защиты. В случае чрезмерного перегрева конвектора (например, из-за засорения вентиляционных отверстий или неисправности терморегулятора), биметаллическая пластина термовыключателя деформируется и размыкает контакт, полностью обесточивая устройство.

Назначение элементов:

- XP1, XP2 - входные клеммы для подключения к сети переменного тока.

- SK1 - термовыключатель (датчик безопасности), срабатывающий при превышении допустимой температуры.
- SK2 - терморегулятор, регулирующий температуру нагрева.
- HL1 - клавишный выключатель для ручного включения/выключения.
- EK1, EK2 - нагревательные элементы, преобразующие электрическую энергию в тепловую.

Анализ устойчивости системы управления

Для электрического конвектора часто можно использовать аппроксимированную модель первого порядка, учитывающую тепловую инерцию. Типичная форма передаточной функции:

$$L(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$$

где:

K – коэффициент передачи;

τ – постоянная времени системы;

s – комплексная частота.

АЧХ:

$$|L(j\omega)| = \sqrt{(\operatorname{Re}(L(j\omega)))^2 + (\operatorname{Im}(L(j\omega)))^2}$$

ФЧХ:

$$\arg(L(j\omega)) = \tan^{-1} \left(\frac{\operatorname{Re}(L(j\omega))}{\operatorname{Im}(L(j\omega))} \right)$$

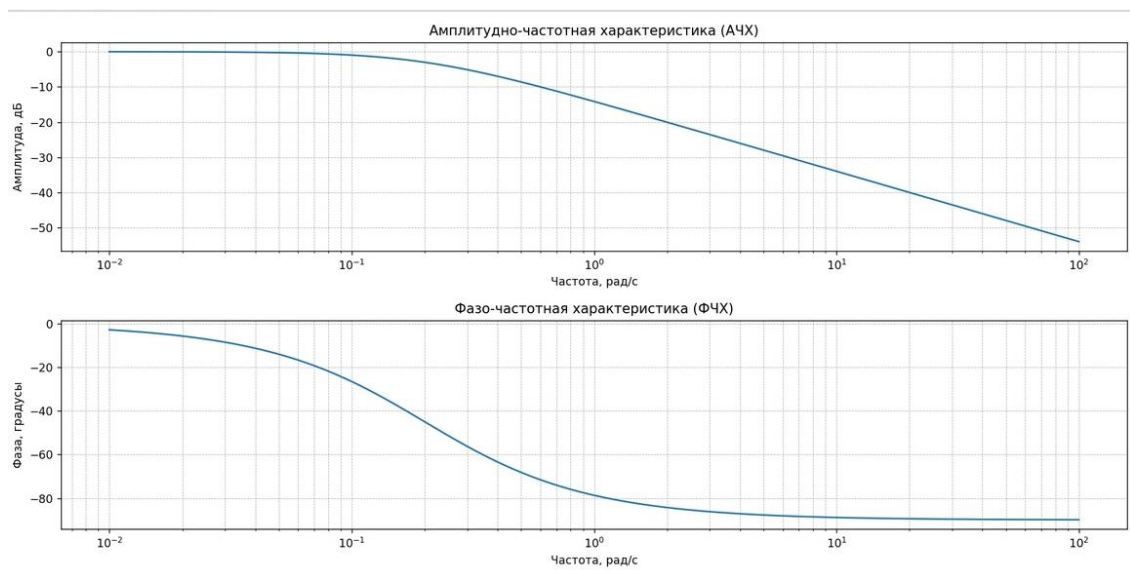


Рисунок 3 - графики для анализа устойчивости

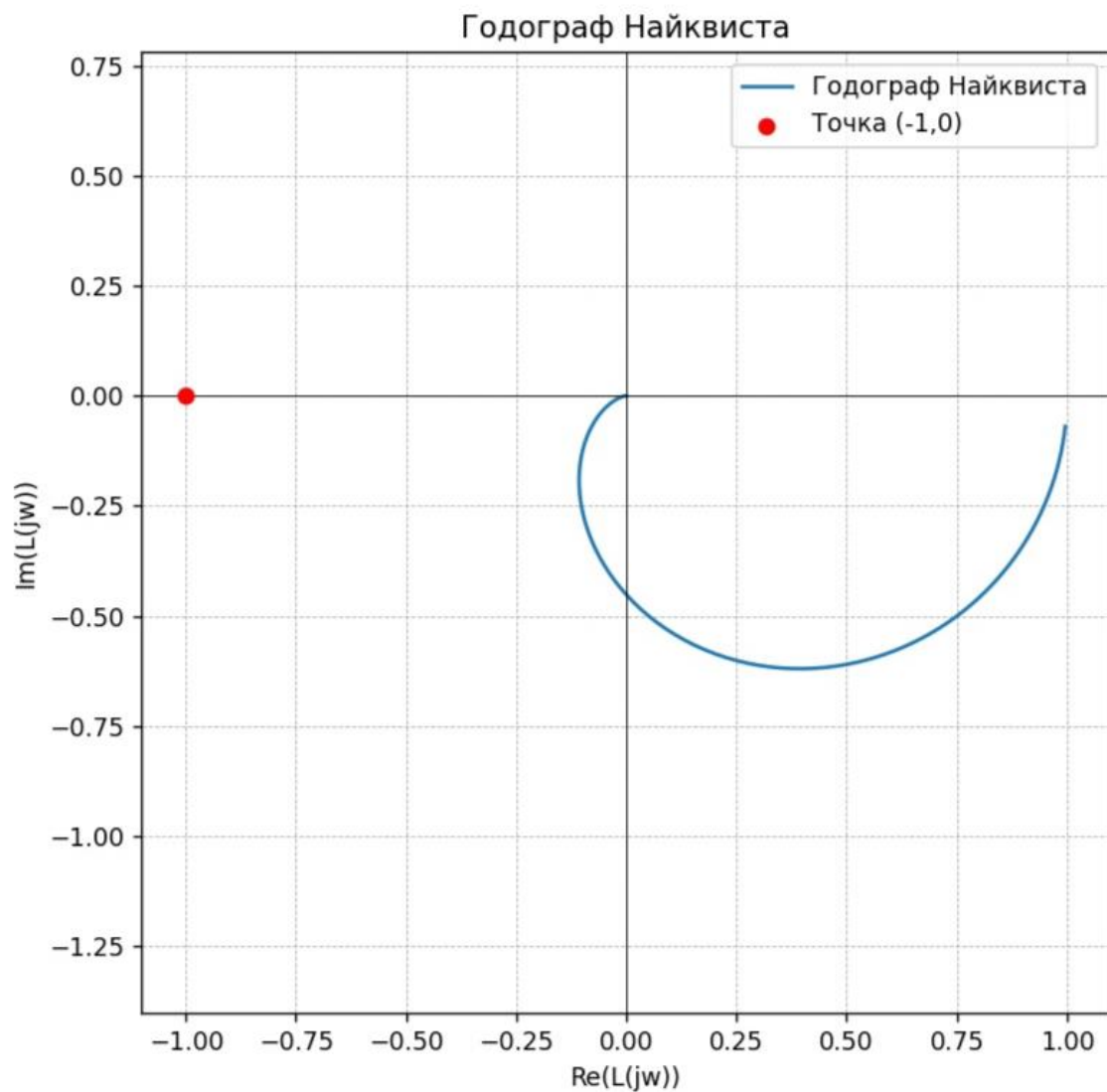


Рисунок 4 - Годограф Найквиста

На АЧХ видно, что амплитуда плавно уменьшается с ростом частоты. График показывает типичное экспоненциальное снижение для систем с инерционным звеном.

На ФЧХ видно, что фазовый сдвиг также уменьшается с увеличением частоты. Однако фаза достигает лишь примерно -90° . Это указывает на устойчивость нашей системы.

Анализ годографа Найквиста показывает, что годограф не пересекает и не охватывает точку $-1+j_0$ (-1;0), что подтверждает устойчивость системы.