

Содержание

Введение

1 Составление уравнения динамики линейной модели обогреваемого помещения

1.1 Качественное регулирование

1.2 Схема качественного регулирования

1.3 Количественно – качественное регулирование

1.4 Схема количественно – качественного регулирования

2 Определение потерь теплоты помещением

2.1 Исходные данные

2.2 Потери теплоты ограждением

2.3 Потери теплоты через окно

2.4 Потери теплоты на нагревание наружного инфильтрующегося

воздуха

2.5 Бытовые теплопоступления

2.6 Суммарные потери теплоты

3 Определение численных значений коэффициентов K_1 и K_2 , а также коэффициентов самовыравнивания прибора и ограждения

4 Определение численного значения постоянной времени линейной модели уравнения динамики

5 Расчёт коэффициента усиления регулятора

Заключение

Библиография

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Введение

Автоматизация таких процессов позволяет экономить тепловую энергию за счет реакции системы на изменение температуры наружного воздуха и своевременным снижением или повышением количеством теплоносителя.

В настоящий день проблема экономии тепловой энергии, стала особо актуальной, сейчас цены на топливо неумолимо растут, грядёт топливный кризис, поэтому необходимо задумываться о будущем надо уже сейчас.

					2907.2007.462.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.1 Качественное регулирование

При качественном регулировании регулятор меняет параметры теплоносителя, то есть температура воздуха в помещении зависит от Θ .

$$t_{\text{вн}} = f(\Theta)$$

Для представления уравнения (1) в безразмерном виде проведем некоторые преобразования:

1. Запишем уравнение (1) в развернутом виде:

$$M_{np} \cdot C_{np} \cdot \frac{dt_{\text{вн}}}{d\tau} = K_{np} \cdot F_{np} \cdot \left(\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} - t_{\text{вн}} \right) - K_{огр} \cdot F_{огр} \cdot (t_{\text{вн}} - t_n)$$

2. Раскроем скобки данного уравнения и перенесем все составляющие, содержащие переменную величину $t_{\text{вн}}$, в левую часть уравнения. Тогда оно примет вид:

$$M_{np} \cdot C_{np} \cdot \frac{dt_{\text{вн}}}{d\tau} + K_{np} \cdot F_{np} \cdot t_{\text{вн}} + K_{огр} \cdot F_{огр} \cdot t_{\text{вн}} = K_{np} \cdot F_{np} \cdot \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} + K_{огр} \cdot F_{огр} \cdot t_n$$

3. Чтобы привести уравнение к безразмерному виду, введем базовую величину с размерностью энергии, и поделим обе части уравнения на эту величину:

$$Q_{\bar{o}} = Q_{np} + Q_{огр,расч.} = (K_{np} \cdot F_{np} + K_{огр} \cdot F_{огр}) \cdot t_{\bar{o}}$$

где $t_{\bar{o}} = t_{\text{вн.комф.}} = 20^\circ\text{C}$.

4. Введем следующие обозначения:

$$X_t = \frac{t_{\text{вн}}}{t_{\bar{o}}} \Rightarrow t_{\text{вн}} = X_t \cdot t_{\bar{o}}$$

$$X_{\text{ин}} = \frac{t_n}{t_{\bar{o}}} \Rightarrow t_n = X_{\text{ин}} \cdot t_{\bar{o}}$$

$$X_{\Theta} = \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} \Rightarrow \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} = X_{\Theta} \cdot t_{\delta}$$

$$X_{np} = \frac{Q_{np}}{Q_{\delta}} \Rightarrow Q_{np} = X_{np} \cdot Q_{\delta}$$

$$X_{озр} = \frac{Q_{озр}}{Q_{\delta}} \Rightarrow Q_{озр} = X_{озр} \cdot Q_{\delta}$$

Распишем все слагаемые из уравнения (5) с учетом введенных обозначений:

$$а. \quad \frac{M_{np} \cdot C_{np} \cdot \frac{dt_{вн}}{d\tau}}{Q_{\delta}} = \frac{M_{np} \cdot C_{np} \cdot \frac{d(X_t \cdot t_{\delta})}{d\tau}}{Q_{\delta}} = T \cdot \frac{dX_t}{d\tau}$$

где T – постоянная времени;

$$б. \quad \frac{K_{np} \cdot F_{np} \cdot t_{вн}}{Q_{\delta}} = \frac{K_{np} \cdot F_{np} \cdot t_{\delta} \cdot X_t}{Q_{\delta}} = \rho_{np} \cdot X_t$$

где ρ_{np} – коэффициент самовыравнивания прибора;

$$в. \quad \frac{K_{озр} \cdot F_{озр} \cdot t_{вн}}{Q_{\delta}} = \rho_{озр} \cdot X_t$$

где $\rho_{озр}$ – коэффициент самовыравнивания ограждения;

$$г. \quad \frac{K_{np} \cdot F_{np} \cdot \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2}}{Q_{\delta}} = K_1 \cdot X_{\Theta}$$

$$д. \quad \frac{K_{озр} \cdot F_{озр} \cdot t_{н}}{Q_{\delta}} = K_2 \cdot X_{тн}$$

Тогда уравнение (5) примет следующий вид:

$$T \cdot \frac{dX_t}{d\tau} + (\rho_{np} + \rho_{озр}) \cdot X_t = K_1 \cdot X_{\Theta} + K_2 \cdot X_{тн}$$

$$\text{где } \rho_{np} = \frac{K_{np} \cdot F_{np} \cdot t_{\delta}}{(K_{np} \cdot F_{np} + K_{озр} \cdot F_{озр}) \cdot t_{\delta}} = \frac{K_{np} \cdot F_{np}}{(K_{np} \cdot F_{np} + K_{озр} \cdot F_{озр})}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$\rho_{\text{орг}} = \frac{K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}} \cdot t_{\text{б}}}{(K_{\text{нп}} \cdot F_{\text{нп}} + K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}}) \cdot t_{\text{б}}} = \frac{K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}}}{(K_{\text{нп}} \cdot F_{\text{нп}} + K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}})}$$

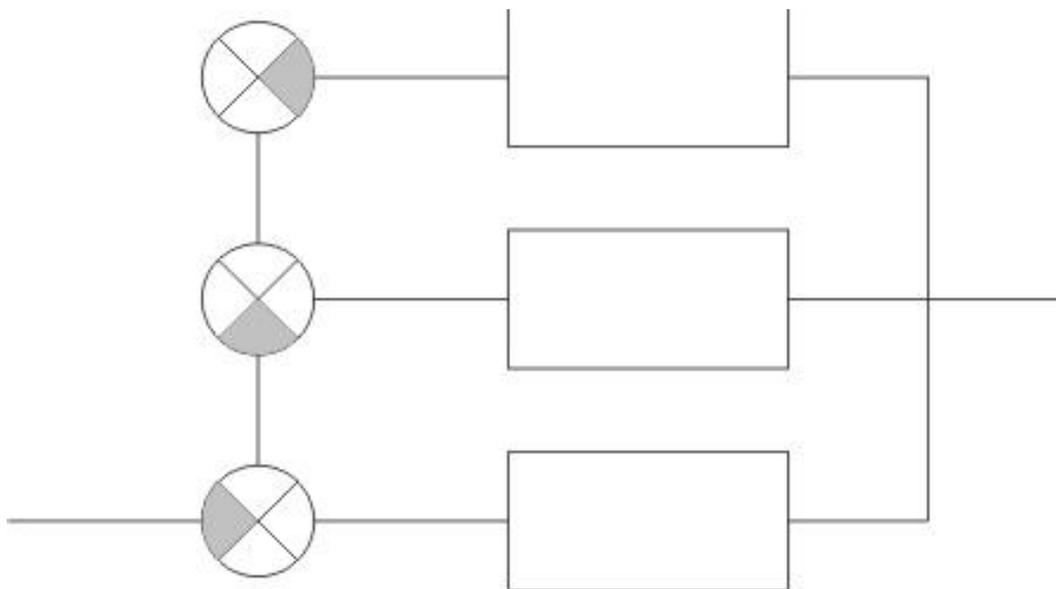
$$\Gamma = \frac{M_{\text{нп}} \cdot C_{\text{нп}} \cdot t_{\text{б}}}{(K_{\text{нп}} \cdot F_{\text{нп}} + K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}}) \cdot t_{\text{б}}} = \frac{M_{\text{нп}} \cdot C_{\text{нп}}}{(K_{\text{нп}} \cdot F_{\text{нп}} + K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}})}$$

$$K_1 = \frac{K_{\text{нп}} \cdot F_{\text{нп}} \cdot \left(\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} \right)}{(K_{\text{нп}} \cdot F_{\text{нп}} + K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}}) \cdot t_{\text{б}}}$$

$$K_2 = \frac{K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}} \cdot t_{\text{н}}}{(K_{\text{нп}} \cdot F_{\text{нп}} + K_{\text{озп}} \cdot F_{\text{озп}}) \cdot t_{\text{б}}}$$

					2907.2007.462.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Схема качественного регулирования



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2907.2007.462.00 ПЗ

Лист

1.3 Количественно – качественное регулирование

При количественно – качественном регулировании температура внутреннего воздуха меняется при изменении количества теплоносителя и/или его температуры.

Эту зависимость можно показать, выразив из величину Θ_2 из следующих уравнений:

- Уравнения, определяющего количество тепла, отданного отопительным прибором в окружающую среду:

$$Q_{np} = K_{np} \cdot F_{np} \cdot \left(\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} - t_{вн} \right)$$

- Уравнения, определяющего количество тепла, отданное теплоносителем в окружающую среду:

$$Q_T = G \cdot c_p \cdot (\Theta_1 - \Theta_2)$$

$$\Theta_2 = \Theta_1 - \frac{Q_{\delta}}{G \cdot c_p}$$

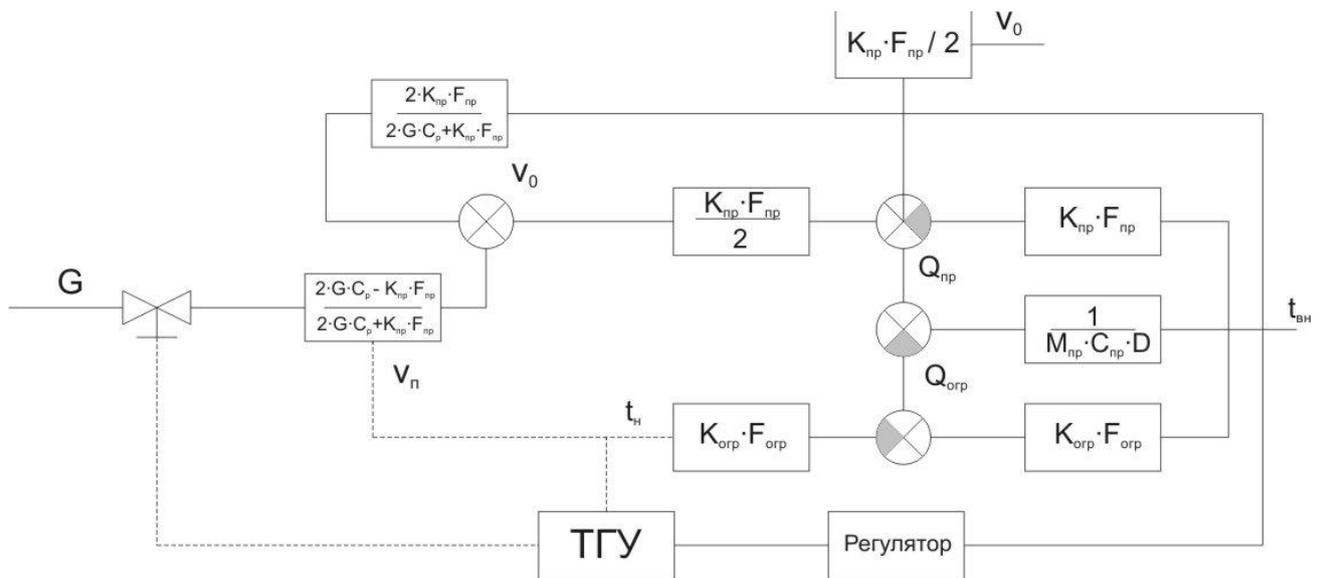
Раскроем скобки уравнения и выразим величину Θ_2 :

$$\frac{Q_{np} + K_{np} \cdot F_{np} \cdot t_{вн} - \frac{K_{np} \cdot F_{np}}{2} \cdot \Theta_1}{\frac{K_{np} \cdot F_{np}}{2}} = \Theta_2$$

Приравняем уравнения:

$$\frac{2Q_{\delta}}{K_{np} \cdot F_{np}} + 2t_{вн} - \Theta_1 = \Theta_1 - \frac{Q_{\delta}}{G \cdot c_p}$$

1.4 Схема количественно – качественного регулирования



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2907.2007.462.00 ПЗ

Лист

В результате, конструкция удовлетворяет санитарно-гигиеническим и комфортным условиям.

$$K_{н.с} = 1 / R_{н.с} = 1 / 3,21 = 0,312 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$$

Теплопотери через стену, ориентированную на запад. Ее площадь определяется согласно правилу обмера ограждений по плану и разрезу здания:

$$A_{н.с} = 12 \text{ м}^2$$

Потери теплоты через ограждающие конструкции составят:

$$Q_{огр} = 0,312 \cdot 12 \cdot (20 + 34) = 202,17 \text{ Вт}$$

					2907.2007.462.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.3 Потери теплоты через окно

Окна – Финские окна Eurotiivi, стеклопакеты с энергосберегающим стеклом и инертным газом сопротивление теплопередаче до $0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{С} / \text{Вт}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче, исходя из условий энергосбережения, $ГСОП = 5995 \text{ }^\circ\text{С} \cdot \text{сут}$. Составляет:

$$R_{оэ}^{mp} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{С} / \text{Вт}.$$

Данная конструкция оконного проема удовлетворяет условиям энергосбережения

$$R_{ок} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{С} / \text{Вт} > R_{оэ}^{mp} = 0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{С} / \text{Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи заполнения оконного проема составляет

$$K_{ок} = \frac{1}{0,7} = 1,43 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{}^\circ\text{С}).$$

Потери теплоты через окно, по формуле составят:

$$Q_{ок} = 1,43 \cdot 3 \cdot (20 + 34) = 231,66 \text{ Вт}$$

					2907.2007.462.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.5 Бытовые тепlopоступления

Бытовые тепlopоступления принимаются 10 Вт на 1 м² пола помещения.

$$Q_B = 10 \cdot A_{пл}$$

$$Q_B = 10 \cdot 24 = 240 \text{ Вт}$$

2.6 Суммарные потери теплоты

Суммарные потери теплоты по формуле (11) составят:

$$Q_{пот} = 202,17 + 231,66 + 1306,37 - 240 = 1500,2 \text{ Вт}$$

На основании расчёта приведенный коэффициент теплопередачи ограждения составит:

$$K_{привед.огр} = \frac{Q_{пот}}{F_{огр} \cdot (t_{вн.к} - t_n)}$$

$$K_{привед.огр} = \frac{1500,2}{12 \cdot (20 + 34)} = 2,32 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

					2907.2007.462.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Определение численных значений коэффициентов K_1 и K_2 , а также коэффициентов самовыравнивания прибора и ограждения

Отопительный прибор в помещении – конвектор.

Расчётный режим работы:

$$\Theta_1 = 95^\circ \text{C}, \Theta_2 = 70^\circ \text{C}$$

$$\text{Коэффициент теплопередачи конвектора } K_{\text{пр}} = 6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Площадь нагревательной поверхности прибора вычисляется по потерям теплоты помещением; она выражается из уравнения:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{K_{\text{пр}} \cdot \left(\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} - t_{\text{вн}} \right)}$$
$$F_{\text{пр}} = \frac{1500,2}{6 \cdot \left(\frac{95+70}{2} - 20 \right)} = 4,001 \text{ м}^2$$

Определяется коэффициент самовыравнивания прибора:

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{6 \cdot 4}{(6 \cdot 4 + 2,32 \cdot 12)} = 0,463$$

Коэффициент самовыравнивания ограждения по формуле (7) определяется:

$$\rho_{\text{огр}} = \frac{2,32 \cdot 12}{(6 \cdot 4 + 2,32 \cdot 12)} = 0,537$$

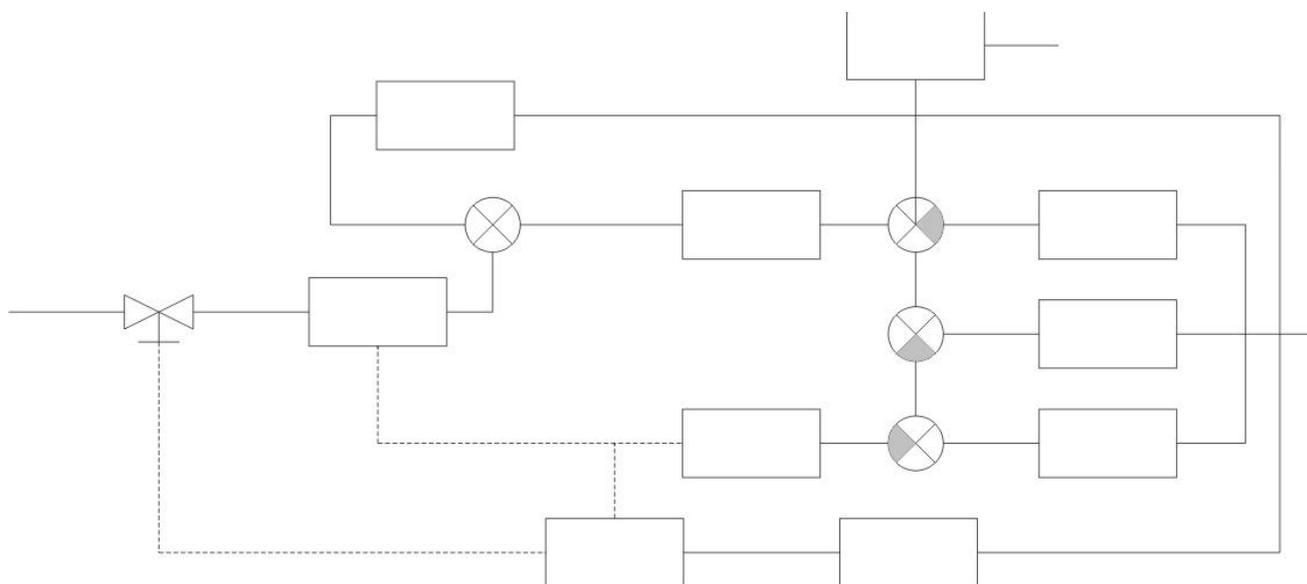
Коэффициент K_1 определяется по формуле:

$$K_1 = \frac{6 \cdot 4 \cdot \left(\frac{95+70}{2} \right)}{(6 \cdot 4 + 2,32 \cdot 12) \cdot 20} = 1,91$$

Коэффициент K_2 определяется по формуле:

$$K_2 = \frac{2,32 \cdot 12 \cdot (-34)}{(6 \cdot 4 + 2,32 \cdot 12) \cdot 20} = -0,913$$

6 Структурная схема регулирования



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

2907.2007.462.00 ПЗ

Лист

Заключение

Для оценки динамических свойств объектов регулирования, т.е. того момента, когда регулируемый параметр изменяет свое значение необходимо учитывать характер изменения нагрузок.

В системах отопления характер изменения нагрузок происходит за довольно большой промежуток времени, существенно меняет процесс регулирования в лучшую сторону. Лучшие динамические свойства имеет объект, в котором нагрузки изменяются более плавно.

					2907.2007.462.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Литература

1. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: Учеб. для вузов. А.А. Калмаков и др.; Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1986. – 479с.
2. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч Ч. I. Отопление. В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканави и др.; Под ред. И. Г. Староверова и Ю.И. Шиллера.-4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344с.
3. Справочник по отоплению и теплоснабжению. Р.В.Щёкин, С.М. Корнеевский и др.; Изд. 3, перераб. и доп. – Киев.: «Будівельник», 1968. – 439с.
4. СНиП 23-01-99 Строительная климатология. Строительные нормы и правила / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 2000. - 60с.
5. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. Строительные нормы и правила. – Введ. 01.10.2003. – Москва: ГОССТРОЙ РОССИИ, 2004. – 95с. ил. – (Система нормативных документов в строительстве).

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	2907.2007.462.00 ПЗ					