

Выбор и расчет преобразователя температуры в системе автоматического регулирования температуры промывочной воды сусли

Мультимедиа презентация курсового проекта
по дисциплине
«Элементы и устройства систем управления»

Выполнил студент группы УИТ-42
Захаров М.В.

Руководитель проекта
Доцент кафедры УИТ, к.т.н. Виштак О.В.

Классификация преобразователей температуры



Структура пневматической ветви ГСП

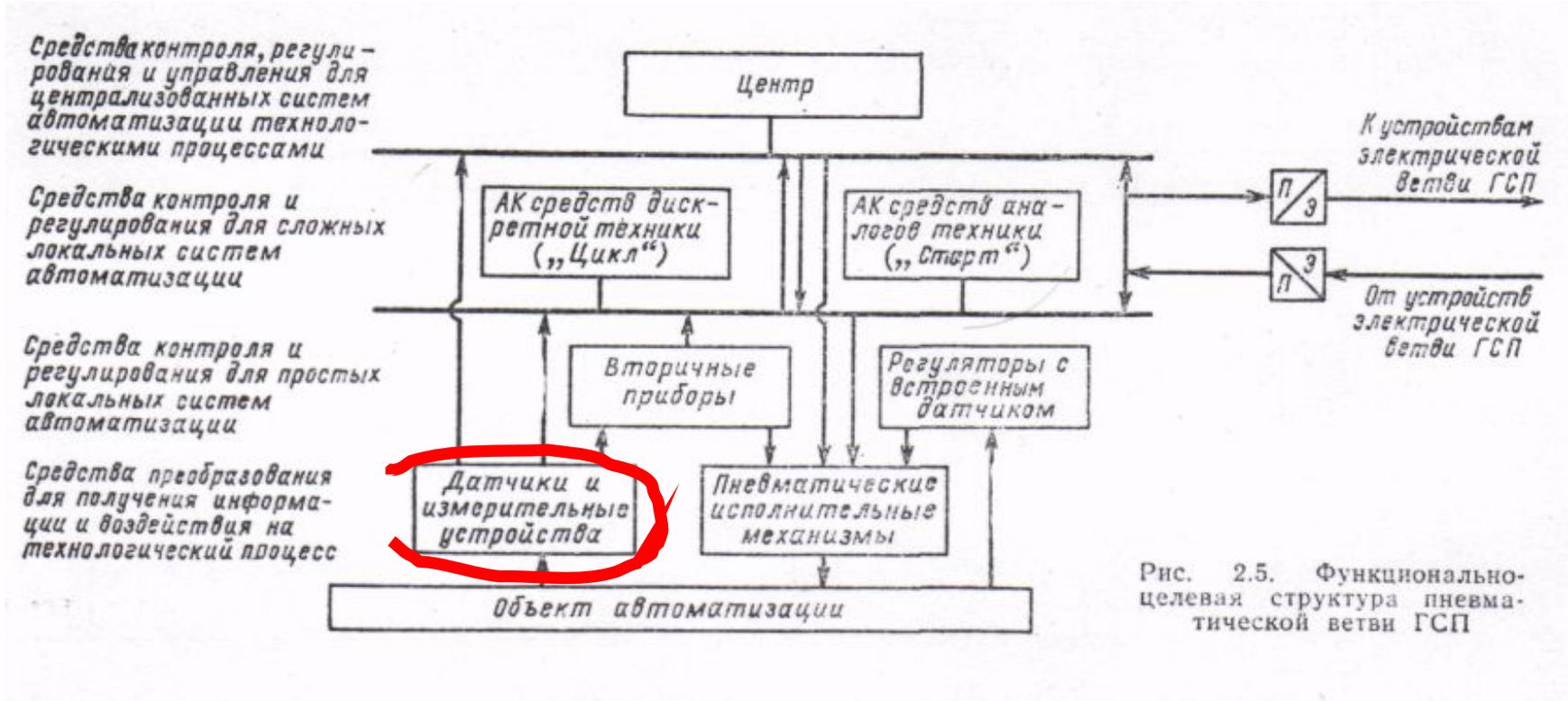
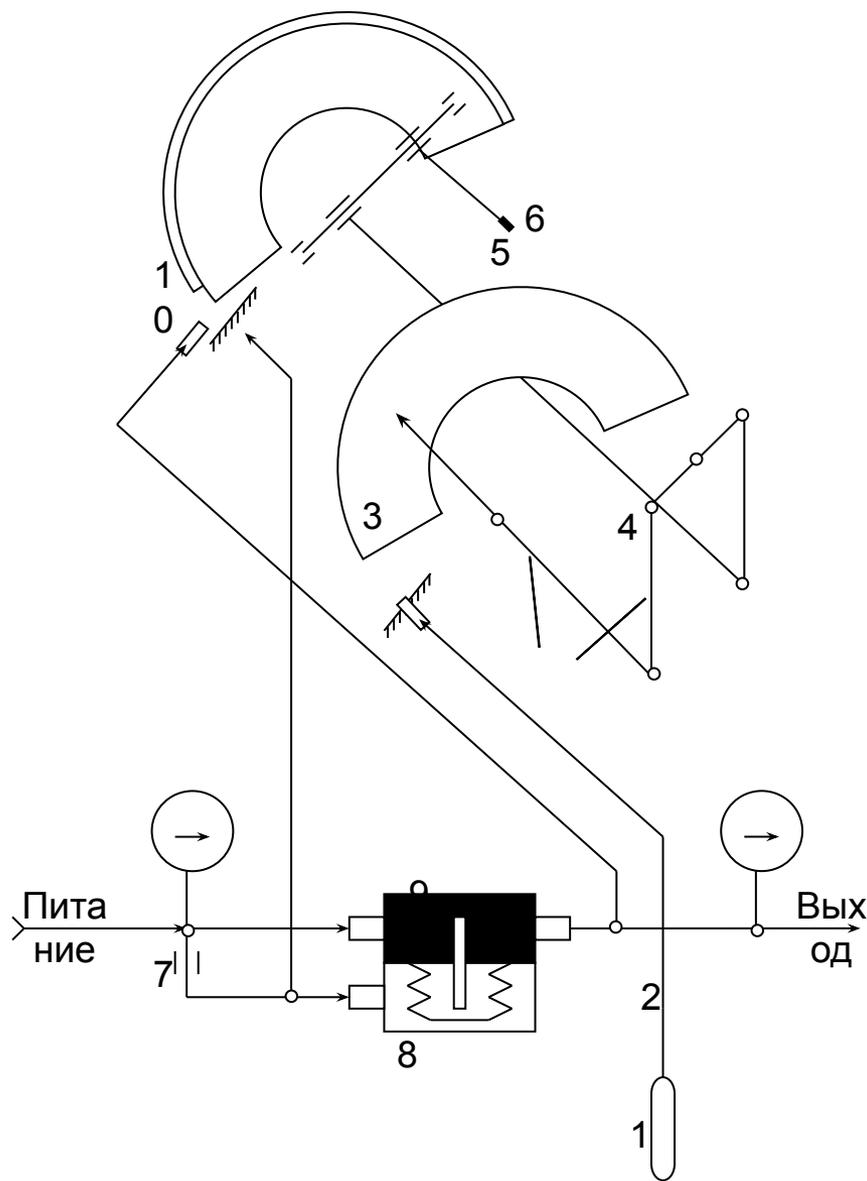


Рис. 2.5. Функционально-целевая структура пневматической ветви ГСП

Структурная схема манометрического термометра



Основные элементы конструкции манометрического термометра:

- термобаллон – 1;
- капилляр – 2;
- трубчатая манометрическая пружина – 3;
- передаточный механизм – 4;
- заслонка – 5;
- сопло – 6;
- дрессель – 7;
- сильфонная коробка – 8;
- пневматический усилитель – 9;
- трубчатая пружину обратной связи – 10;

Расчет преобразователя температуры

температура окружающей среды 20°C , 293 K ;
температура воды (измеряемой среды) 40°C , 313 K ;
начальная температура термобаллона 22°C , 295 K ;
длина капилляра 3 м ;
теплопроводность материала капилляра $50\text{ Вт}/(\text{м K})$;
внешний радиус капилляра $0,005\text{ м}$;
внутренний радиус капилляра $0,003\text{ м}$;
площадь поперечного сечения капилляра $0,00005\text{ м}^2$;
длина термобаллона $0,32\text{ м}$;
теплопроводность материала баллона $50\text{ Вт}/(\text{м K})$;
внешний радиус термобаллона $0,011\text{ м}$;
внутренний радиус термобаллона $0,006\text{ м}$;
площадь поперечного сечения стенки термобаллона $0,000267\text{ м}^2$;
теплоемкость датчика $0,0477\text{ Дж}/\text{K}$;
диаметр термобаллона $0,012\text{ м}$;
теплопроводность воды (среды) $0,599\text{ Вт}/(\text{м K})$;
плотность воды (среды) $1000\text{ кг}/\text{м}^3$;
коэффициент вязкости воды (среды) $0,0026\text{ (кг м)}/\text{с}$;
теплоемкость воды (среды) $4200\text{ Дж}/(\text{кг K})$;
скорость течения воды (среды) $1\text{ м}/\text{с}$.

Расчет преобразователя температуры

$$R_{\theta ac} = \frac{1}{2} \frac{l_f}{\lambda_f s_f} = 0,5 \frac{3}{50 \cdot 5 \cdot 10^{-5}} = 600$$

$$G_{\theta ac} = \frac{1}{R_{\theta ac}} = \frac{1}{600} = 1,667 \cdot 10^{-3}$$

$$R_{\theta ec} = \frac{\lg\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi\lambda_e l_c} = \frac{\lg\left(\frac{11 \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3}}\right)}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,32} = 2,619 \cdot 10^{-3}$$

$$G_{\theta ec} = \frac{1}{R_{\theta ec}} = \frac{1}{2,619 \cdot 10^{-3}} = 381,825$$

$$R_{\theta ae} = \frac{L_e}{\lambda_e s_e} = \frac{0,32}{50 \cdot 2,67 \cdot 10^{-4}} = 23,97$$

$$G_{\theta ae} = \frac{1}{R_{\theta ae}} = \frac{1}{23,97} = 4,172 \cdot 10^{-2}$$

$$Re = \rho \left(\frac{Vd}{\mu} \right) = 1500 \left(\frac{1 \cdot 22 \cdot 10^{-3}}{2,6 \cdot 10^{-3}} \right) = 1,269 \cdot 10^4$$

$$A = 0,193$$

$$a = 0,618$$

$$Pr = \frac{c_p \mu}{\lambda} = \frac{4200 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3}}{0,599} = 18,23$$

$$Nu = 0,43 + A Re^a Pr^{0,31} = 0,43 + 0,193 \cdot (1,269 \cdot 10^4)^{0,618} \cdot 18,23^{0,31} = 163,487$$

$$h = \frac{\lambda Nu}{d} = \frac{0,599 \cdot 163,487}{12 \cdot 10^{-3}} = 8160,726$$

Расчет преобразователя температуры

$$R_{\theta_{xe}} = \frac{1}{\pi dlh} = \frac{1}{3,14 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 0,32 \cdot 8160,726} = 1,0158 \cdot 10^{-2}$$

$$G_{\theta_{xe}} = \frac{1}{R_{\theta_{xe}}} = \frac{1}{1,0158 \cdot 10^{-2}} = 98,449$$

$$R_{\theta_{xc}} = R_{\theta_{xe}} + R_{\theta_{ec}} = 1,0158 \cdot 10^{-2} + 2,619 \cdot 10^{-3} = 1,2777 \cdot 10^{-2}$$

$$G_{\theta_{xc}} = \frac{1}{R_{\theta_{xc}}} = \frac{1}{1,2777 \cdot 10^{-2}} = 78,266$$

$$T_e = \frac{R_{\theta_{ae}} T_x + R_{\theta_{xe}} T_a}{R_{\theta_{ae}} + R_{\theta_{xe}}} = \frac{23,97 \cdot 313 + 1,0158 \cdot 10^{-2} \cdot 293}{23,97 + 1,0158 \cdot 10^{-2}} = 312,991$$

$$T_c = \frac{R_{\theta_{ac}} T_e + R_{\theta_{ec}} T_a}{R_{\theta_{ac}} + R_{\theta_{ec}}} = \frac{600 \cdot 312,991 + 2,619 \cdot 10^{-3} \cdot 293}{600 + 2,619 \cdot 10^{-3}} = 312,990$$

$$T_x - T_c = 313 - 312,99 = 1 \cdot 10^{-2}$$

$$\tau = K(G_{\theta_{xc}} + G_{\theta_{ac}}) = 0,0477(78,266 + 1,667 \cdot 10^{-3}) = 3,733$$

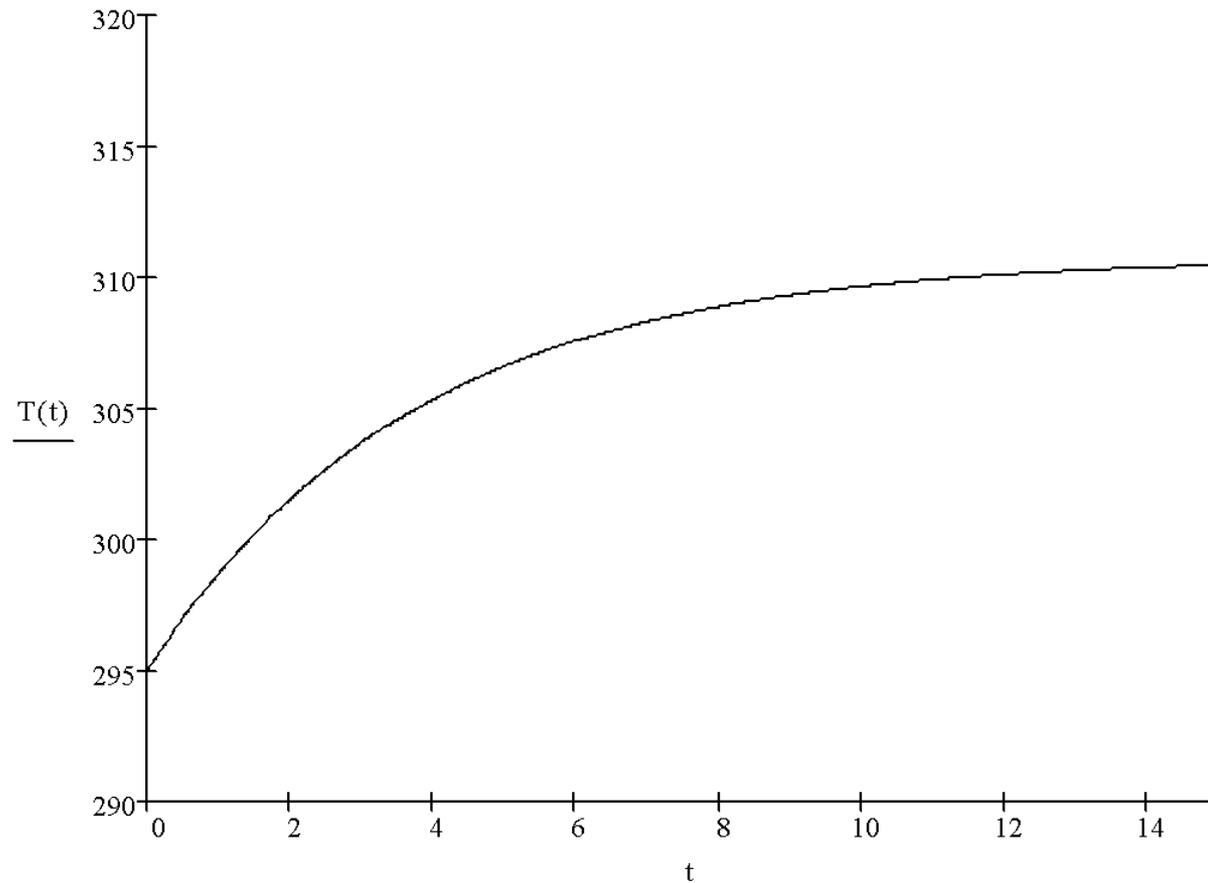
$$T_c(t) = \frac{G_{\theta_{xc}} T_x + G_{\theta_{ac}} T_a}{G_{\theta_{xc}} + G_{\theta_{ac}}} - \frac{G_{\theta_{xc}} (T_x - T_{c0}) + G_{\theta_{ac}} (T_a - T_{c0})}{G_{\theta_{xc}} + G_{\theta_{ac}}} e^{-\frac{t}{\tau}} =$$

$$= \frac{1,2777 \cdot 10^{-2} \cdot 313 + 1,667 \cdot 10^{-3} \cdot 293}{1,2777 \cdot 10^{-2} + 1,667 \cdot 10^{-3}} -$$

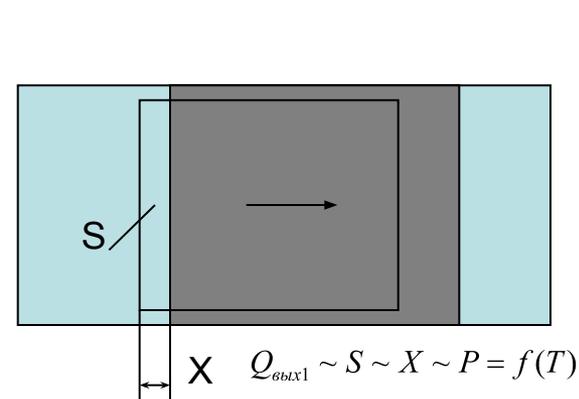
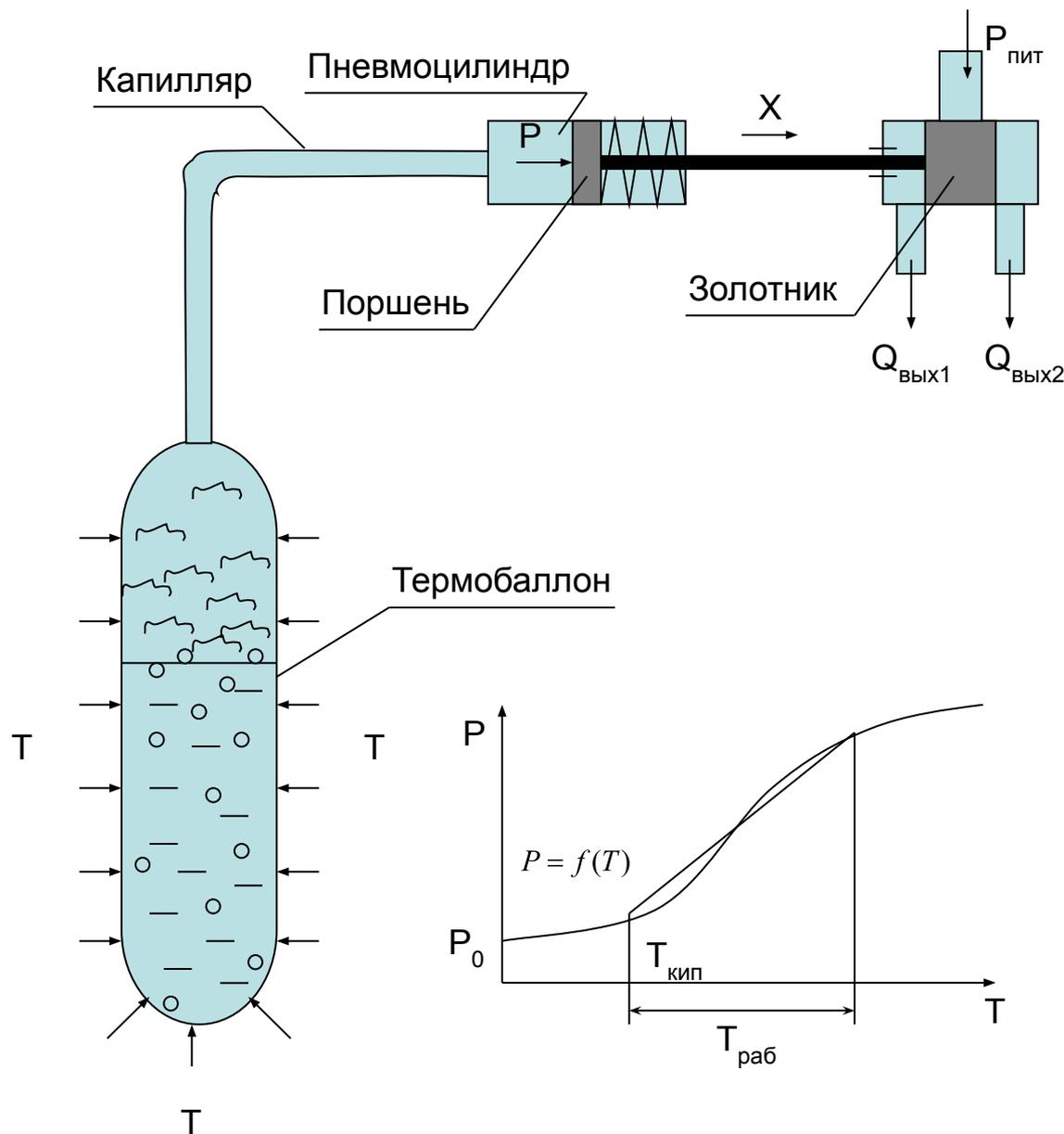
$$- \frac{1,2777 \cdot 10^{-2} \cdot (313 - 295) + 1,667 \cdot 10^{-3} \cdot (293 - 295)}{1,2777 \cdot 10^{-2} + 1,667 \cdot 10^{-3}} e^{-\frac{t}{3,733}} = 310,692 - 15,692 e^{-\frac{t}{3,733}}$$

График переходного процесса

$$T(t) := 310.692 - 15.692e^{-\frac{t}{3.733}}$$



Модернизация преобразователя температуры



Достоинства:

Высокая чувствительность.

Недостатки:

Узкий диапазон рабочих температур;

Нелинейность статической характеристики;

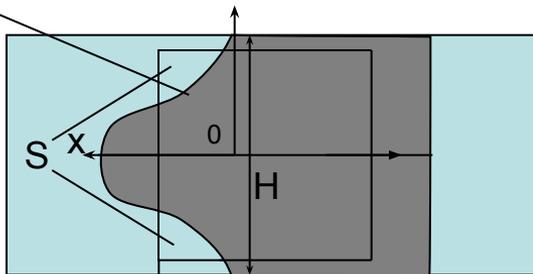
Высокая погрешность (из-за линеаризации);

Высокое значение постоянной времени (за счет большой длины капилляра).

Модернизация преобразователя температуры

Профиль вырезов

$$F(x) = \frac{1}{2} \left(H - \frac{df^{-1}(x)}{dx} \right)$$

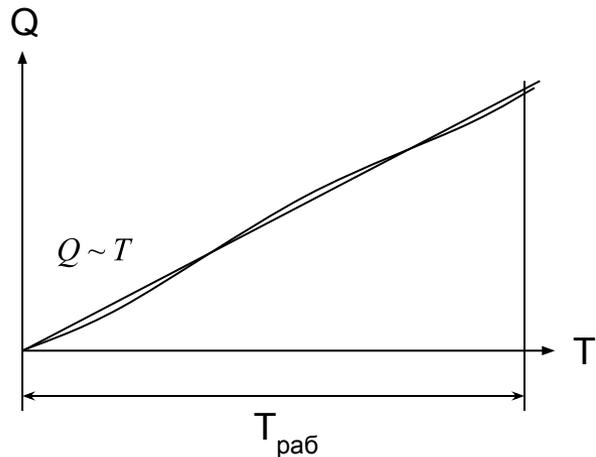
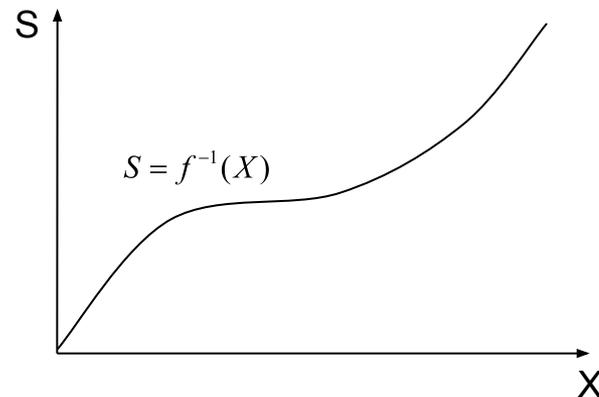


$$S = \int_0^X (H - 2F(x)) dx = \int_0^X \frac{df^{-1}(x)}{dx} dx = f^{-1}(X)$$

$$Q_{\text{вых1}} \sim S = f^{-1}(X)$$

$$X \sim P = f(T)$$

$$Q_{\text{вых1}} = f^{-1}(f(T)) \sim T$$



Достоинства:

Сохраняется высокая чувствительность;

Расширение диапазона рабочих температур;

Линейность статической характеристики;

Низкая погрешность;

Уменьшение длины капилляра и значения постоянной времени.

БЛАГОДАРНОСТИ

- Виштак О.В. – за хорошее отношение и отличную оценку за данный курсовой проект.
- Павлову А.А. – за предоставление вычислительной техники в период острой необходимости.
- Моим родителям – за рождение и воспитание меня таким, какой я есть.
- Себе – так как, если сам себя не похвалишь – никто не похвалит...
- Всем присутствующим – за внимание и моральную поддержку.