

Презентация

Дипломной работы на тему

«Модернизация системы контроля
температуры в теплотрассе
на основе оптоэлектронных устройств»



Разработал:

Руководитель работы: доцент, к.т.н.

М.П. Вопиловский

Ю.А. Осокин

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей в тепловых трассах является контроль температуры и предотвращение проблем связанных с тепловой изоляцией. Так как большие потери тепла ведут к определенным финансовым убыткам, следует заранее выявлять все предпосылки тепловых потерь.

Цель работы:

Модернизация системы контроля температуры в теплотрассе на основе оптоэлектронных устройств.

Задачи:

- рассмотрение методов и средств измерения температуры;
- рассмотрение структуры тепловых сетей;
- разработка общей схемы и макета системы;
- разработка программы для опроса датчиков;
- проведение измерений и анализ теплового процесса.

ТЕПЛОТРАССА С ИСПРАВНОЙ И ПОВРЕЖДЕННОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ



Рисунок 1 – Пример трубы с исправной теплоизоляцией



Рисунок 2 – Пример трубы с поврежденной теплоизоляцией

СХЕМА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОТРАССЫ



Рисунок 3 – Структурная схема системы

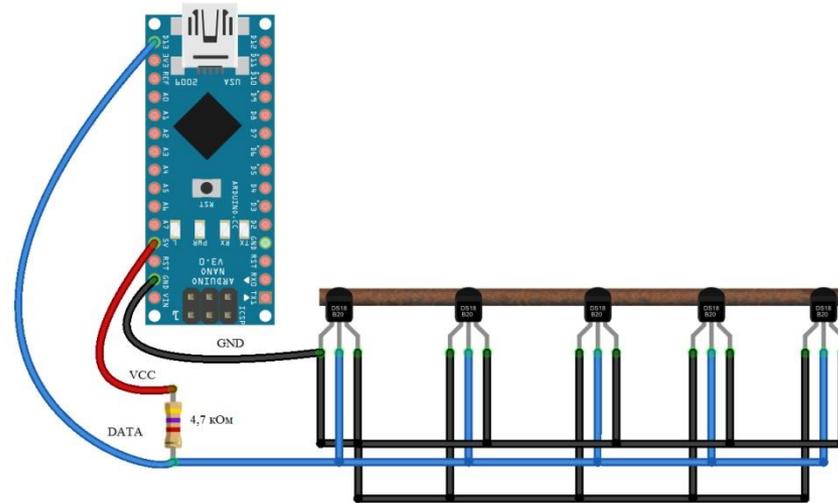


Рисунок 4 – Вариант предлагаемой системы контроля

ДАТЧИК ТЕМПЕРАТУРЫ DS18B20

DS18B20 – цифровой датчик температуры с уникальным 64-битным серийным номером. Учитывая уникальный номер можно использовать множество датчиков, подключая их к одной линии ввода-вывода общего назначения.



Рисунок 5 – Электронный датчик температуры DS18B20

ПРОВЕДЕНИЕ ЗАМЕРОВ

Для анализа температуры выбирали трубу с поврежденным слоем тепловой изоляции (рисунок 2). Для выявления количества тепла потерянного из-за плохой изоляции, проводилось несколько измерений в разных местах трубы. Пару датчиков прикрепили на трубу под покровный слой теплоизоляции, чтобы не было контакта с окружающей средой. Остальные датчики прикрепляли на трубу, где тепловая изоляция отсутствует. После этого строился график зависимости температуры от времени и места расположения датчика.

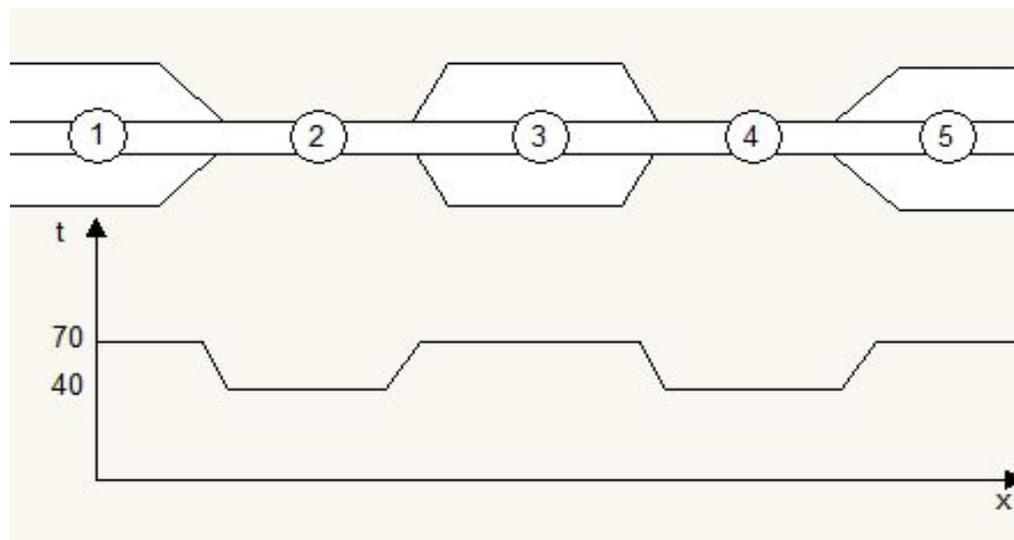


Рисунок 6 – График зависимости температуры поверхности трубы

ПИРОМЕТР

После проведения замеров с помощью системы на основе датчиков DS18B20 прогнозируется аварийный участок, на котором следует проводить дополнительные измерения с помощью мобильного оптоэлектронного устройства, в частности, с помощью пирометра IR 550.



Рисунок 7 – Пирометр IR-550

ВЫЧИСЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ТРУБОПРОВОДА

Потери теплоты в трубопроводах Φ_o , Вт, определяются как сумма тепловых потерь, происходящих на основе теплопроводности Φ , потерь теплоты в узлах стыковки - Φ_m , – потери тепла, связанные с утечкой теплоносителя через неплотные соединения Φ_y :

$$\Phi_o = \Phi + \Phi_m + \Phi_y, \text{ Вт}, \quad (1)$$

Наибольшая величина потерь происходят из-за плохой теплоизоляции, это линейные потери Φ . В общем виде величина рассеиваемой тепловой энергии при теплопроводности через твердую поверхность описывается выражением :

$$\Phi_1 = \alpha_1 S_1 (t_1 - t_2), \text{ Вт}, \quad (2)$$

где α - коэффициент пропорциональности, Вт / (М² К); коэффициент теплопередачи $\alpha = \lambda / \delta$, λ - коэффициент теплопроводности материала, Вт / (М К), δ – толщина теплопроводящей стенки, м.

Тепловой поток рассчитывается при теплоотдаче через металлическую стенку трубы без теплоизоляции:

$$\Phi_2 = \alpha_2 S_2 (t_1 - t_2), \text{ Вт}. \quad (3)$$

Так при утечке тепла Φ , Вт через стальную трубу толщиной $h_1 = 10^{-2}$ м с поверхностью $S = \pi DL = 1,57 \text{ м}^2$, то разность температур $t_1 - t_2$ составит $\Phi * 1,43 \cdot 10^{-4}$, К, при этом $\alpha = 4500 \text{ Вт} / (\text{М}^2 \text{ К})$.

Поскольку внешняя поверхность нагрета практически так же, как и внутренняя, то разность температур теплоносителя и внешней части трубы незначительна, что ведет к колоссальным потерям тепла. При утеплителе ($\lambda = 1 \text{ Вт} / (\text{М К})$, $\delta = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$) коэффициент составит $\alpha = 10 \text{ Вт} / (\text{М}^2 \text{ К})$.

Таким образом, тепловые потери сократятся в 450 раз. При этом разность температур увеличится: $(t_1 - t_2) = \Phi / (\alpha S) = \Phi / (10 \cdot 1,57) = 64 \text{ К}$ при $\Phi = 1000 \text{ Вт}$, при $t_1 = 343 \text{ К}$ на поверхности $t_2 = 337 \text{ К}$. По Цельсию это 70 градусов внутри и 6 градусов на поверхности.

При улучшении качества теплоизоляции до значения α :
/ (М² К) потери сократятся до единиц процентов.

$$\alpha = \lambda / \delta = 0,5 / 0,1 = 5 \text{ Вт} / (\text{М}^2 \text{ К})$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы рассмотрены структуры тепловых сетей. Изучены методы и средства измерения температуры, в частности, с применением оптоэлектронных средств (пирометр типа IR 550). Разработаны схемы и вариант системы контроля температуры в теплотрассе.

В состав системы включен микропроцессор Arduino и датчики температуры DS18B20. Была составлена программа опроса датчиков, которая получала данные датчиков (серийный номер), температуру с датчика и контрольную сумму, для определения точности данных.

С помощью разработанной системы были проведены измерения температуры трубы на участках расположенных друг от друга на равные расстояния. Значения температуры отображались на мониторе системы. Для увеличения точности, на критических участках был использован оптический прибор IR 550. Для наглядности были построены графики зависимости температуры от местоположения. На основе разницы температур на отдельных участках трубы, выявлено наличие тепловых потерь.

В дальнейшем возможна модернизация системы путем добавления последовательного интерфейса RS485. С помощью этого интерфейса возможно объединить несколько микропроцессоров Arduino на больших расстояниях, что приводит к расширению функциональных возможностей.

УСТАНОВКА

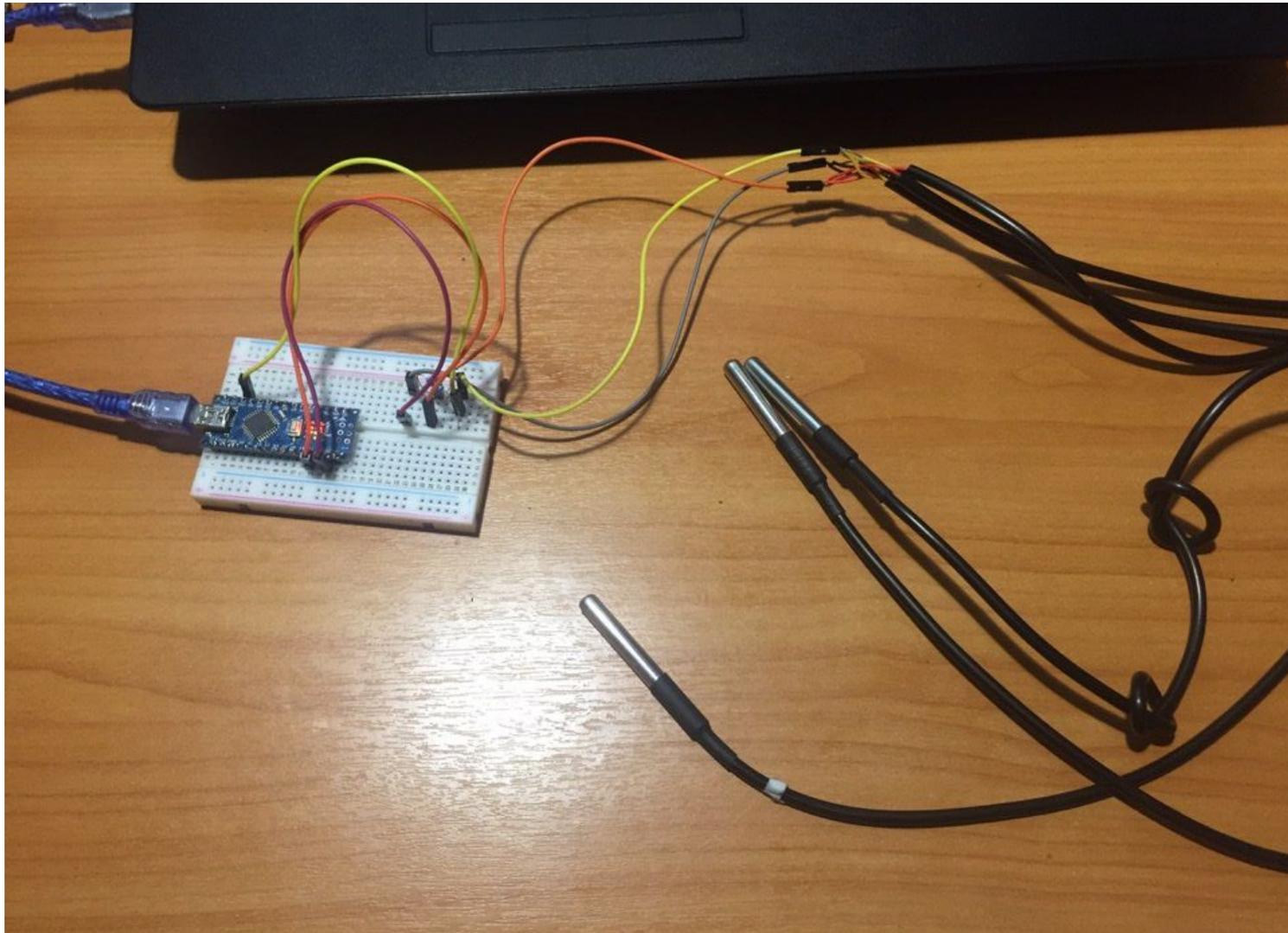


Рисунок 8 – Фотография макетной установки

ПОКАЗАНИЯ С ДАТЧИКОВ В ОКНЕ ПОРТА



The screenshot shows a window titled "COM3" with a text area containing sensor data. The data is organized into groups, each starting with "ROM = 28 [hex] [hex]". Each group includes a "Chip = DS18B20" line, a "Data = 1 [hex] CRC=[hex]" line, and a "Temperature = [value] Celsius, [value] Fahrenheit" line. The data is repeated for several different ROM addresses. At the bottom of the window, there are checkboxes for "Автопрокрутка" and "Показать отметки времени", and a status bar with "NL (Новая строка)", "9600 Бод", and "Очистить вывод".

```
Data = 1 CA 1 55 5 7F A5 A5 66 5 CRC=5
Temperature = 41.3 Celsius, 106.3 Fahrenheit
ROM = 28 38 5D 79 97 9 3 12
Chip = DS18B20
Data = 1 B9 1 55 5 7F A5 A5 66 75 CRC=75
Temperature = 72.3 Celsius, 162.1 Fahrenheit
ROM = 28 AA 7C 72 40 14 1 D6
Chip = DS18B20
Data = 1 81 1 4B 46 7F FF C 10 24 CRC=24
Temperature = 40.2 Celsius, 104.3 Fahrenheit
No more addresses.

ROM = 28 D8 4B 79 97 10 3 85
Chip = DS18B20
Data = 1 CA 1 55 5 7F A5 A5 66 5 CRC=5
Temperature = 41.1 Celsius, 105.9 Fahrenheit
ROM = 28 38 5D 79 97 9 3 12
Chip = DS18B20
Data = 1 B7 1 55 5 7F A5 A5 66 CC CRC=CC
Temperature = 73.2 Celsius, 163.7 Fahrenheit
ROM = 28 AA 7C 72 40 14 1 D6
Chip = DS18B20
Data = 1 81 1 4B 46 7F FF C 10 24 CRC=24
Temperature = 40.9 Celsius, 105.6 Fahrenheit
No more addresses.

ROM = 28 D8 4B 79 97 10 3 85
Chip = DS18B20
Data = 1 CE 1 55 5 7F A5 A5 66 10 CRC=10
Temperature = 41.4 Celsius, Fahrenheit
ROM = 28 38 5D 79 97 9 3 12
Chip = DS18B20
Data = 1 B6 1 55 5 7F A5 A5 66 8F CRC=8F
Temperature = 72.9 Celsius, 163.2 Fahrenheit
ROM = 28 AA 7C 72 40 14 1 D6
Chip = DS18B20
Data = 1 81 1 4B 46 7F FF C 10 24 CRC=24
Temperature = 41.1 Celsius, 105.98 Fahrenheit
No more addresses.

ROM = 28 D8 4B 79 97 10 3 85
Chip = DS18B20
Data = 1 D2 1 55 5 7F A5 A5 66 7B CRC=7B
Temperature = 42.0 Celsius, 107.6 Fahrenheit
ROM = 28 38 5D 79 97 9 3 12
Chip = DS18B20
Data = 1 B5 1 55 5 7F A5 A5 66 4A CRC=4A
Temperature = 73.3 Celsius, 163.9 Fahrenheit
ROM = 28 AA 7C 72 40 14 1 D6
Chip = DS18B20
Data = 1 82 1 4B 46 7F FF C 10 E1 CRC=E1
Temperature = 41.5 Celsius, 106.7 Fahrenheit
No more addresses.
```

Рисунок 9 – Данные с COM – порта

Спасибо за внимание