

Описание алгоритма работы программы:

- при нажатии соответствующей кнопки на ПДУ, ПДУ отправляет запрос на БУ. Запрос содержит Серийный номер изделия и Код команды (Блокировать/Разблокировать);
- БУ при получении запроса проверяет Серийный номер;
- при совпадении серийного номера ПДУ и БУ, БУ генерирует случайным образом, Открытый ключ (OpenKey) размером 16 байт, и отправляет его на ПДУ;
- БУ после отправки Открытого ключа дополняет его Секретным ключом (SecretKey) размером 32 байта и рассчитывает хеш – функцию SHA-256 (256 бит 32 байта);
- ПДУ, получив Открытый ключ, дополняет его Секретным ключом размером 32 байта и рассчитывает хеш – функцию SHA-256 (256 бит 32байта), которую отправляет на БУ;
- БУ при получении значения хеш-функции от ПДУ, проверяет полученное значение хеш-функции с рассчитанным, и при совпадении выполняет полученную команду (отправляет по CAN интерфейсу команду).

По разработанной конструкторской документации была изготовлена опытная партия и проведены приемочные испытания, которые показали правильность принятых решений. В настоящее время готовится серийный выпуск данного изделия.

УДК 621.382.33

#### **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ РАДИАТОРА ТЕПЛОАГРУЖЕННОГО ЭЛЕМЕНТА»**

**Л. А. Захаренко, О. М. Ростокينا**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

*Представлены результаты работы по разработке лабораторного стенда «Проектирование и расчет радиатора теплонагруженного элемента» для экспериментальной проверки расчетов теплового режима работы полупроводниковых приборов.*

**Ключевые слова:** охлаждение электронной аппаратуры, расчет радиаторов полупроводниковых приборов.

#### **DEVELOPMENT OF A LABORATORY STAND "DESIGN AND CALCULATION OF A RADIATOR OF A HEAT-LOADED ELEMENT"**

**L. A. Zakharanka, V. M. Rastokina**

*Sukhoi State Technical University Gomel, the Republic of Belarus*

*The results of the work on the development of the laboratory stand "Design and calculation of the radiator of the heat-loaded element" for the experimental verification of the calculations of the thermal mode of operation of semiconductor devices are presented.*

**Keywords:** cooling of electronic equipment, calculation of radiators of semiconductor devices.

Целью данной лабораторной работы является экспериментальная проверка расчетов теплового режима работы полупроводникового прибора без радиатора и с радиатором. В ходе выполнения лабораторной работы студенты рассчитывают температуру кристалла полупроводникового прибора при заданной мощности выделяемой в нем.

Исходными данными для расчета теплового режима полупроводникового прибора являются:

$t_{\max}$  – максимальная температура перехода (из справочника);

$R_{\text{ПК}}$  – внутреннее тепловое сопротивление переход-корпус (из справочника);

$P$  – мощность, рассеиваемая прибором (задается преподавателем);

$t_c$  – температура окружающей среды;

Чтобы рассчитать температуру кристалла полупроводникового прибора, необходимо осуществить его тепловой расчет, основанный на анализе тепловой модели (рис. 1) источника, тепловой энергии и радиатора.

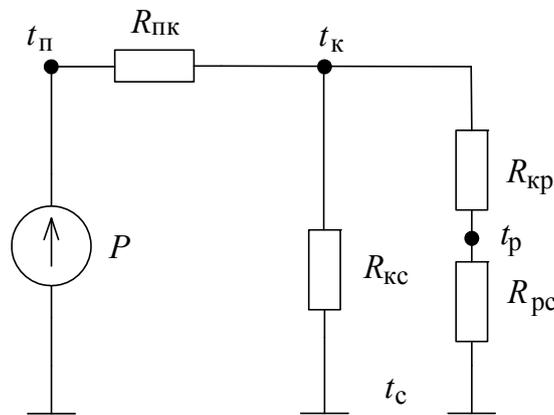


Рис. 1. Тепловая модель:

$P$  – мощность, выделяемая ППП;  $t_c$ ,  $t_п$ ,  $t_к$ ,  $t_p$  – температуры окружающей среды, коллекторного перехода, корпуса прибора и радиатора соответственно;

$R_{\text{ПК}}$ ,  $R_{\text{КС}}$ ,  $R_{\text{КР}}$ ,  $R_{\text{РС}}$  – тепловые сопротивления между переходом и корпусом, корпусом и средой, корпусом и радиатором, радиатором и средой соответственно

Так как поверхность радиатора практически всегда значительно больше поверхности ППП, то можно считать, что  $R_{\text{КС}} \gg (R_{\text{КР}} + R_{\text{РС}})$ . Тогда общее тепловое сопротивление между переходом и окружающей средой определяется следующим образом:

$$R_{\text{ПС}} = R_{\text{ПК}} + R_{\text{КР}} + R_{\text{РС}}, \frac{K}{\text{Вт}}.$$

По данной модели, зная температуру окружающей среды и значения тепловых сопротивлений, можно рассчитать температуру кристалла полупроводникового транзистора  $t_п$ .

Основную сложность представляет собой экспериментальное определение температуры кристалла. Было принято решение определять изменение температуры кристалла по изменению напряжения  $U_{\text{БЭ}}$ .

Исходя из вышеизложенного, была разработана схема лабораторного стенда, представленная на рис. 2.

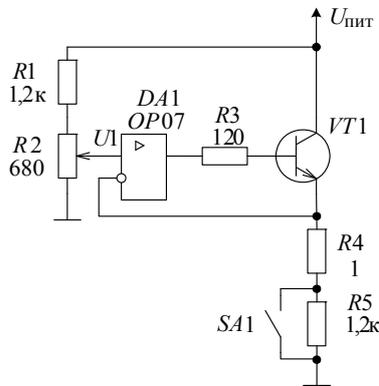


Рис. 2. Схема лабораторного стенда:  
VT1 – гнездо для подключения макетных образцов

Ток, протекающий через транзистор при замкнутом переключателе SA1, определяется выражением

$$I = \frac{U_1}{R_4}.$$

Тогда мощность, выделяемая в транзисторе VT1 при замкнутом переключателе SA1, определяется по формуле

$$P = (U_{\text{пит}} - U_1)I = (U_{\text{пит}} - U_1) \frac{U_1}{R_4}.$$

Ход работы предполагает следующие действия:

1. Для заданной преподавателем мощности рассеивания рассчитывается температура коллекторного перехода транзистора КТ819 без радиатора по формуле

$$t_{\text{п}} = P(R_{\text{пк}} + R_{\text{кс}}) + t_{\text{с}}.$$

2. Рассчитываются и устанавливаются необходимые значения тока и напряжения для обеспечения заданной мощности.

3. Замыкается переключатель SA1 и измеряется напряжение  $U_{\text{БЭнач.н}}$  при нагреве и каждые 5 мин фиксируются значения напряжения  $U_{\text{БЭ}}$ . При установлении стационарного теплового режима измеряется напряжения  $U_{\text{БЭкон.н}}$  при нагреве.

4. Размыкается переключатель SA1 и измеряется напряжение  $U_{\text{БЭнач.0}}$  при охлаждении и каждые 5 мин фиксируются значения напряжения  $U_{\text{БЭ}}$ . При установлении стационарного теплового режима измерьте напряжение  $U_{\text{БЭкон.0}}$  при охлаждении.

5. Рассчитывается температура перехода при нагреве по формуле

$$t_{\text{Пизм}} = \frac{U_{\text{БЭнач.н}} - U_{\text{БЭкон.н}}}{-0,0022} + t_{\text{с}}.$$

6. Рассчитывается температура перехода при охлаждении по формуле

$$t_{\text{Пизм}} = \frac{U_{\text{БЭкон0}} - U_{\text{БЭнач0}}}{-0,0022} + t_{\text{С}}$$

По результатам измерений заполняется таблица и строится график изменения температуры перехода при нагреве и охлаждении от времени. Сравнивается расчетное и измеренное значение температуры перехода. График изменения напряжения  $U_{\text{БЭ}}$  представлен на рис. 3.

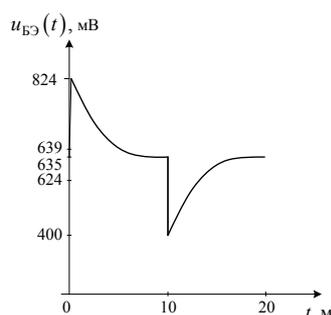


Рис. 3. График изменения напряжения  $U_{\text{БЭ}}$

Эксперименты показали, что измеренное косвенным методом значение температуры кристалла с достаточной точностью совпадает с расчетным значением.

УДК 621.643:621.3.083.6

### АДАПТИВНЫЙ РЕЖЕКТОРНЫЙ ФИЛЬТР В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ВНУТРИТРУБНОГО ТРАНСМИТТЕРА В НЕФТЕПРОВОДЕ

В. В. Щуплов, С. Н. Кухаренко, Н. А. Красовская

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

*Рассмотрен вариант подавления наиболее сильной мешающей частоты помехи в задаче обнаружения сигнала внутритрубного трансмиттера при использовании адаптивного режекторного фильтра.*

**Ключевые слова:** адаптивный фильтр, частотный режекторный фильтр, цифровой фильтр, анализатор спектра.

### ADAPTIVE NOTCH FILTER IN THE PROBLEM OF DETECTING AN IN-PIPE TRANSMITTER IN AN OIL PIPELINE

V. V. Shchuplou, S. M. Kukharenka, N. A. Krasouskaya

Sukhoi State Technical University Gomel, the Republic of Belarus

*The article considers a variant of suppressing the strongest interfering frequency of interference in the problem of detecting an in-pipe transmitter signal using an adaptive notch filter*

**Keywords:** adaptive filter, frequency notch filter, digital filter, spectrum analyzer.