

# Теоретические и прикладные аспекты развития современной науки и образования

УДК 536.2.08; 536.37; 62-971

**Кобзева Анастасия Сергеевна,**

бакалавр института НМСТ, НИУ «МИЭТ»,  
г. Москва, г. Зеленоград;

**Изергин Олег Евгеньевич**

бакалавр института НМСТ, НИУ «МИЭТ»,  
г. Москва, г. Зеленоград;

**Шалимов Андрей Сергеевич,**

к.т.н., доцент института НМСТ, НИУ «МИЭТ»,  
г. Москва, г. Зеленоград

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА КИСЛОРОДНОЙ СИСТЕМЫ САМОЛЁТА

**Аннотация.** В данной статье рассматривается выбор конструкции электронного блока газоанализатора кислородной системы самолёта. Был проведён тепловой расчёт в среде COSMOSWorks для оценки работоспособности блока при различных вариантах кондуктивного теплообмена. На основании сравнительного анализа была выбрана наименее теплонапряженная конструкция.

**Ключевые слова:** газоанализатор, тепловой режим, кондуктивная теплопередача

Объектом расчёта является электронный блок газоанализатора кислородной системы самолёта с различными вариантами кондуктивного теплообмена. Расчёт и подготовка материалов для этого отчёта проводились с помощью пакета программ SolidWorks\COSMOSWorks 2006 [1].

При проведении расчёта использовались следующие материалы:

- электронная модель блока;
- таблица наиболее тепловыделяющих ЭРИ, их мощностей теплового рассеяния и режимов работы (см. таблицу 1) [2].

Основные компоненты блока:

- стеклотекстолитовая печатная плата толщиной 1,8 мм;

## Теоретические и прикладные аспекты развития современной науки и образования

- рама корпуса;
- нижняя крышка;
- верхняя крышка;
- источник питания;
- фильтр;
- микросхема ОРА549Т;
- прочие ЭРИ.

Данные о наиболее тепловыделяющих ЭРИ представлены в таблице 1.

Мощность остальных ЭРИ, расположенных на плате, не рассматривалась.

Таблица 1.

Исходные данные по тепловыделению ЭРИ блока.

Обозначение ЭРИ	Мощность каждого ЭРИ, Вт
DVTR2800SF	9
DVMC28F	3
ОРА549Т	16,1
Плата	0,5
Резистор R-40	0,7
Микросхема DA-19	0,7
Суммарная тепловая мощность	30

При построении тепловой модели были приняты некоторые допущения. Металлическая рама корпуса считалась изотермичной, так как тепловыделяющие ЭРИ работают одновременно и равномерно распределены по поверхности плат, а теплопроводность материала рамы велика. Для платы блока считалось, что тепловая мощность равномерно распределена по всей плате, контакт рамы с платой считался идеальным. При построении тепловой модели не учитывался теплоперенос по выводам между ЭРИ и платой, а температура каждого ЭРИ считалась одинаковой по всему объёму корпуса ЭРИ [3]. Помимо этого,

## Теоретические и прикладные аспекты развития современной науки и образования

рассматривался установившийся тепловой режим, а конвекция и излучение внутри и снаружи блока не рассматривалась, так как блок в составе комплекса закрыт кожухом.

При построении тепловой модели электронного блока газоанализатора были использованы материалы с различными теплофизическими характеристиками: рама корпуса, изготавливаемая из алюминиевого сплава АМг6 ( $\lambda_{\text{АМг6}}=122 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ), и стеклотекстолитовая плата ( $\lambda_{\text{ст}}=0.4 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ).

Плата устройства – многослойная, изготовленная из фольгированного с двух сторон медью стеклотекстолита и стеклоткани, имеют толщину  $\delta_{\text{платы}}=2 \text{ мм}$ . Теплоёмкость плат принималась равной теплоёмкости стеклотекстолита. Медь обладает высокой теплопроводностью, толщина слоя меди мала –  $\delta_{\text{меди}}=35 \text{ мкм}$ , поэтому теплопроводность плат в направлении, перпендикулярном слоям, принималась равной теплопроводности стеклотекстолита.

Теплопроводность плат в направлении вдоль слоёв вычислялась в зависимости от количества слоёв стеклотекстолита  $n$  по формуле [2, с. 54]:

$$\lambda = \frac{\lambda_{\text{меди}} 2n \delta_{\text{меди}} + \lambda_{\text{ст}} (\delta_{\text{платы}} - 2n \delta_{\text{меди}})}{\delta_{\text{платы}}}, \quad \text{где } \lambda_{\text{меди}} = 400 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}. \quad (1)$$

Теплопроводность 8-ми слойной платы поперек слоев составила  $72 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , а источника питания и фильтра принималась равной  $18 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ . Источник питания и фильтр представляют собой корпусированную микросборку, элементы которой залиты компаундом и размещены в металлическом корпусе.

Граничные условия при расчёте были заданы в виде постоянной температуры, равной  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ , приложенной к внутренним граням кронштейнов, при этом расчет проводился для установившегося теплового режима.

В результате расчётов, для различных конструкций блока, были получены температурные поля, представленные на рисунках 1-5.

## Теоретические и прикладные аспекты развития современной науки и образования

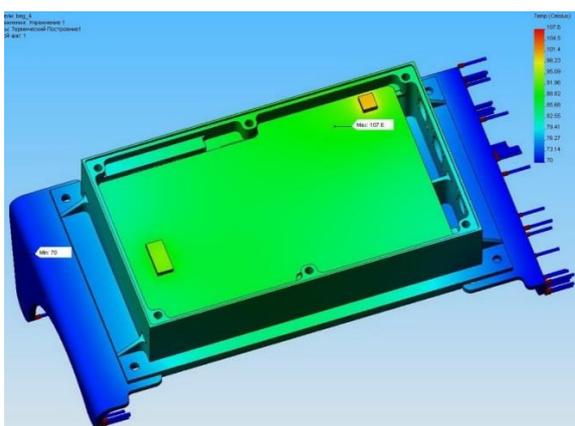


Рисунок 1. Температурные поля блока с теплосъемом по периметру ( $T_{max}=107,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

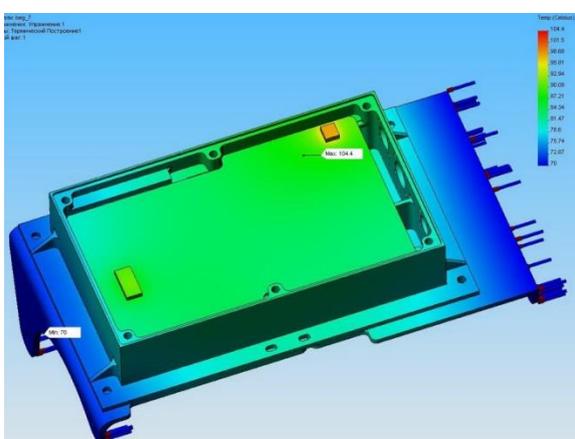


Рисунок 2. Температурные поля блока с перекрытием по периметру кронштейнами большей площади, сечение которых составляет 3 мм ( $T_{max}=104,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

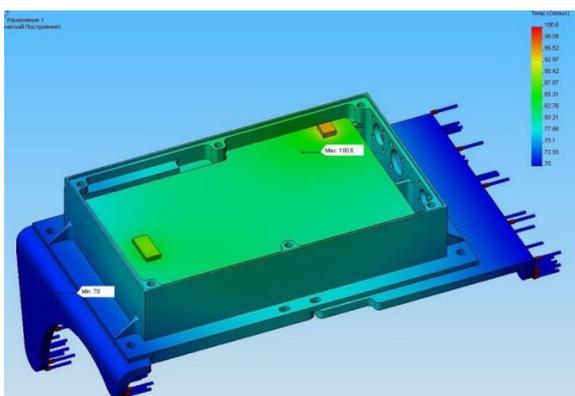


Рисунок 3. Температурные поля блока с перекрытием по периметру кронштейнами большей площади, сечение которых составляет 5 мм ( $T_{max}=100,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

## Теоретические и прикладные аспекты развития современной науки и образования

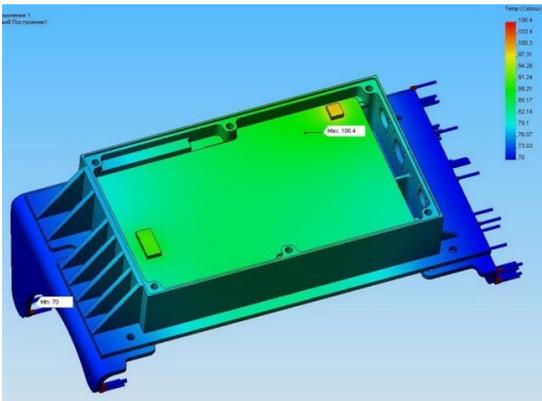


Рис.4. Температурные поля блока с увеличенным количеством рёбер жёсткости большей площади ( $T_{\max}=106,4$  °C).

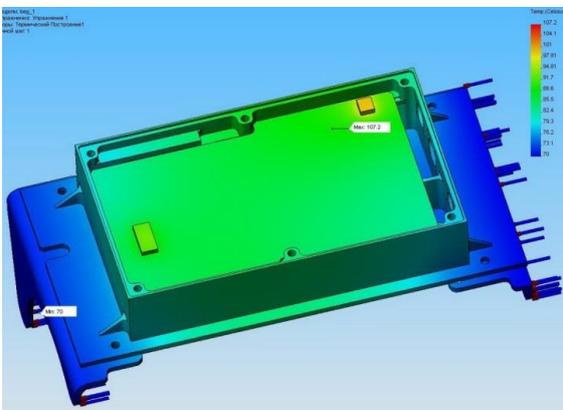


Рисунок 5. Температурные поля блока с увеличенной площадью корпуса ( $T_{\max}=107,2$  °C).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые сравнительные расчеты показывают, что наиболее приемлемый тепловой режим электронного блока газоанализатора обеспечивается за счет увеличения площади теплосъема (перекрытие блока по периметру кронштейнами), а также увеличения площади сечения кронштейнов.

### Список литературы

1. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks 2006–2007. Инженерный анализ методом конечных элементов. – М.: ДМК, 2007. – 784 с.
2. Коротких А.Г. Теплопроводность материалов: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 97 с.
3. Цирельман Н.М. Теория и прикладные задачи тепломассопереноса. Часть I: Учеб. пособие. – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2002. – 108 с.