

2.37. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РУБЕЖНОГО КОНТРОЛЯ №2

Формулировка задания 1

Дано:

- ◆ 3D-модели деталей в электронном виде;
- ◆ 3D-модель сборки в электронном виде;
- ◆ материалы;
- ◆ нагрузки (структурные, тепловые);
- ◆ ограничения;
- ◆ проектный параметр, ограничения, переменные для оптимизации.

В среде САПР необходимо:

- ◆ создать требуемый вид инженерного анализа;
- ◆ задать материалы;
- ◆ задать нагрузки;
- ◆ наложить ограничения;
- ◆ выполнить анализ;
- ◆ выполнить оптимизацию конструкции;
- ◆ проанализировать полученные результаты;
- ◆ сделать выводы;
- ◆ составить отчет.

Анализ микросхем с термоинтерфейсом и пластинчатым радиатором на тепловые воздействия

Таблица 3.2

Варианты задания 1 к рубежному контролю №2

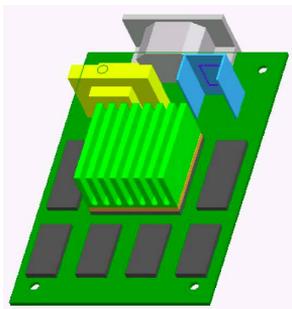
№№ варианта	Тепловой поток с верхних поверхностей ИС, Вт	Ширина радиатора, диапазон изменяемых значений, мм	Шаг между центрами микросхем, диапазон изменяемых значений, мм
1	1,0	10,0 – 18,0	22,0 – 40,0
2	1,1	10,2 – 18,8	22,5 – 40,5
3	1,2	10,4 – 18,6	21,0 – 41,0
4	1,3	10,6 – 18,4	22,0 – 40,0
5	1,4	10,8 – 18,2	22,5 – 40,5
6	1,5	11,0 – 18,0	21,0 – 41,0
7	1,6	11,2 – 18,4	22,0 – 40,0

8	1,7	11,4 – 18,6	22,5 – 40,5
9	1,8	11,6 – 19,0	21,0 – 41,0
10	1,9	11,8 – 18,8	22,0 – 40,0
11	2,0	12,0 – 18,6	22,5 – 40,5
12	2,1	12,2 – 18,4	21,0 – 41,0
13	2,2	12,4 – 18,2	22,0 – 40,0
14	2,3	12,6 – 18,6	22,5 – 40,5
15	2,4	12,8 – 18,8	21,0 – 41,0

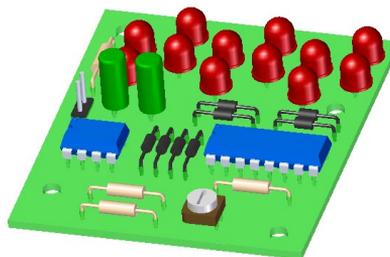
Формулировка задания 2

Дано:

- ◆ 3D-модели деталей в электронном виде;
- ◆ 3D-модель сборки в электронном виде;
- ◆ материалы;
- ◆ нагрузки (структурные, тепловые);
- ◆ ограничения;
- ◆ проектный параметр, ограничения, переменные для оптимизации.



а)



б)

Рис. 3.3. Варианты задания 2: сборка №1 (а); сборка №2 (б)

В среде САПР необходимо:

- ◆ задать тепловые нагрузки и граничные условия;
- ◆ провести анализ стационарного теплового режима сборки и оформить результаты анализа в виде теплового поля;
- ◆ использовать результаты теплового анализа для расчета механических напряжений, вызванных неравномерным нагревом модели;
- ◆ оформить результаты расчета в виде эпюр напряжений и деформаций сборки;
- ◆ задать анализ с однопроходной адаптацией;
- ◆ задать анализ с многопроходной адаптацией;

- ◆ объяснить различия между однопроходной и многопроходной адаптацией;
- ◆ сделать выводы.

Анализ модуля на печатной плате на тепловые воздействия.

Таблица 3.3

Варианты задания 2 к рубежному контролю №2, сборка №1

№№ вар.	Мощность, рассеиваемая кристаллом CHIP_DIE, Вт	Мощность, рассеиваемая кристаллами микросхем IC1, Вт	Мощность, рассеиваемая кристаллами микросхем IC2, Вт
1	2,0	1,9	0,50
2	2,2	1,8	0,55
3	2,4	1,7	0,60
4	2,6	1,6	0,65
5	2,8	1,5	0,70
6	3,0	1,4	0,75
7	3,2	1,3	0,80
8	3,4	1,2	0,85
9	3,6	1,1	0,90
10	3,8	1,0	0,95

Таблица 3.4

Варианты задания 2 к рубежному контролю №2, сборка №2

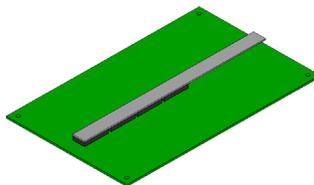
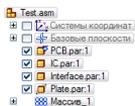
№№ вар.	Мощность, рассеиваемая кристаллом микросхемы IC1, Вт	Мощность, рассеиваемая кристаллом микросхемы IC2, Вт	Мощность, рассеиваемая кристаллами светодиодов, Вт
1	1,9	2,0	0,20
2	1,8	2,2	0,25
3	1,7	2,4	0,30
4	1,6	2,6	0,35
5	1,5	2,8	0,40
6	1,4	3,0	0,20
7	1,3	3,2	0,25
8	1,2	3,4	0,30
9	1,1	3,6	0,35
10	1,0	3,8	0,40

Методические указания по выполнению

Задачи:

- Провести инженерный анализ статического теплового режима работы четырех микросхем с установленным через термоинтерфейс пластинчатым радиатором.
- Провести оптимизацию конструкции.

Внешний вид модели сборки

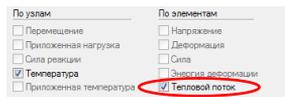


*радиатор не показан

Исходные данные для анализа

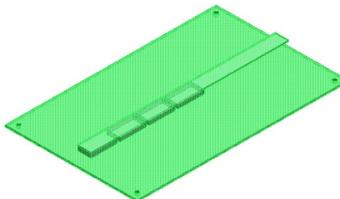
Анализ: Стационарный теплообмен, все параметры по умолчанию +

установить флажок «Тепловой поток» в группе результатов по элементам.



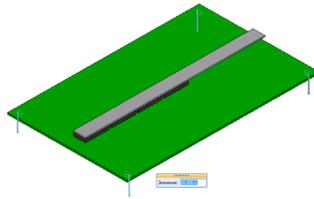
Геометрия для включения в анализ: все детали.

Материал компонентов сборки: без изменений

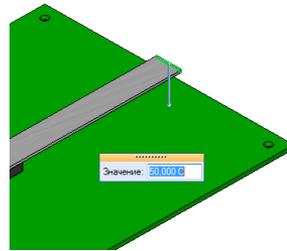


Тепловые нагрузки:

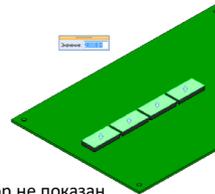
фиксированная температура внутренних поверхностей базовых отверстий платы: 30 град.



фиксированная температура дальней торцевой поверхности радиатора: 50 град. (предполагается подключение к общей тепловой шине с термостатированием).

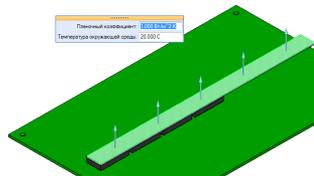
Тепловые нагрузки (продолжение):

тепловой поток с верхних поверхностей ИС (общая нагрузка = 2 Вт)



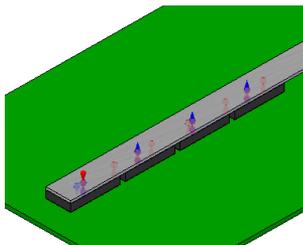
*радиатор не показан

свободная конвекция с верхней поверхности радиатора (плочный коэффициент = 1 Вт/м²*К, температура среды = 20 град.)

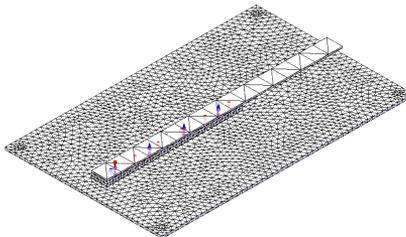


Контакты:

- автоматически, склейка, все компоненты. Параметры по умолчанию.

Сетка:

- параметры по умолчанию

Далее решить анализ.По результатам анализа:

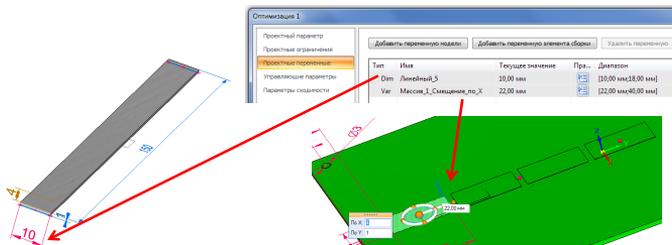
- вывести тепловое модели, дополнительно отметить в графической части маркеры минимального и максимального значений.
- Сгенерировать отчет в формате html с параметрами по умолчанию.
- Проанализировать результаты, описать их своими словами.

В отчет включить:

- готовую модель;
- сгенерированный отчет по модели в формате html;
- скриншот графического окна по указанному выше виду результатов;
- словесную характеристику результатов анализа (в файле произвольного текстового формата).

Оптимизация конструкции

- Проектный параметр: Температура, текущее значение: максимум, минимизировать.
- Проектное ограничение: Общая разница температур, максимальное ограничение: 20000 град/м (фиктивное ограничение, вводится для корректности задания модели оптимизации).
- Проектные переменные: см. на рис. ниже.



Остальные параметры по умолчанию. Далее решить анализ оптимизации.

По результатам анализа (для итоговой итерации):

- вывести тепловое поле модели, дополнительно отметить в графической части маркеры минимального и максимального значений;
- Проанализировать результаты, описать их своими словами.

В отчет включить:

- готовую модель;
- численные результаты оптимизации в виде файла excel с таблицей данных и графиком изменения проектного параметра по итерациям.
- скриншот графического окна по указанному выше виду результатов.
- словесную характеристику результатов оптимизации (в файле произвольного текстового формата).

Формулировка задания 3

Анализ и оптимизация модуля на печатной плате на тепловые воздействия.

Дано:

- ◆ 3D-модели деталей в электронном виде;
- ◆ 3D-модель сборки в электронном виде;
- ◆ материалы;
- ◆ нагрузки (структурные, тепловые);
- ◆ ограничения;
- ◆ проектный параметр, ограничения, переменные для оптимизации.

В среде САПР необходимо:

- ◆ задать тепловые нагрузки и граничные условия;

- ◆ провести анализ стационарного теплового режима сборки и оформить результаты анализа в виде теплового поля;
- ◆ Выполнить оптимизацию расположения микросхем, добившись требуемой температуры центральной микросхемы.

Таблица 3.5

Варианты задания 3 к рубежному контролю №2

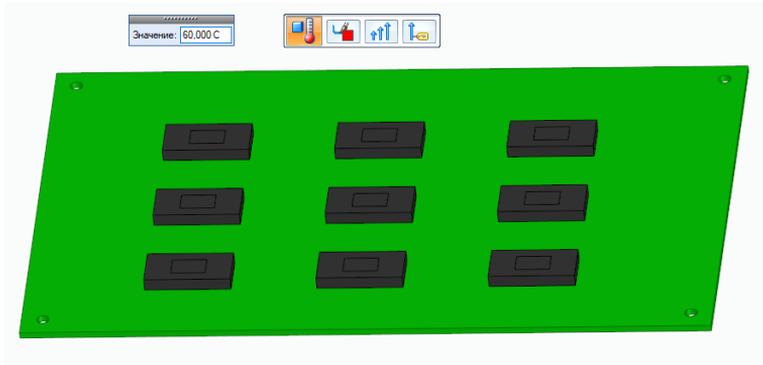
№№ вар.	Мощность, рас- сеиваемая кри- сталлом центр. ИС, Вт	Суммарная мощ- ность, рассеиваемая кристаллами прочих ИС, Вт	Целевая тем- пература, град.
1	0,65	4	85
2	0,60	4,5	90
3	0,55	4,5	90
4	0,50	5	92
5	0,75	4	95
6	0,70	4,5	95
7	0,75	4,5	95
8	0,80	5	105
9	0,85	4	100
10	0,90	4	100

* Если указанных значений целевой температуры достичь не удастся, снизить целевую температуру на 5 град. и/или увеличить диапазоны шага микросхем.

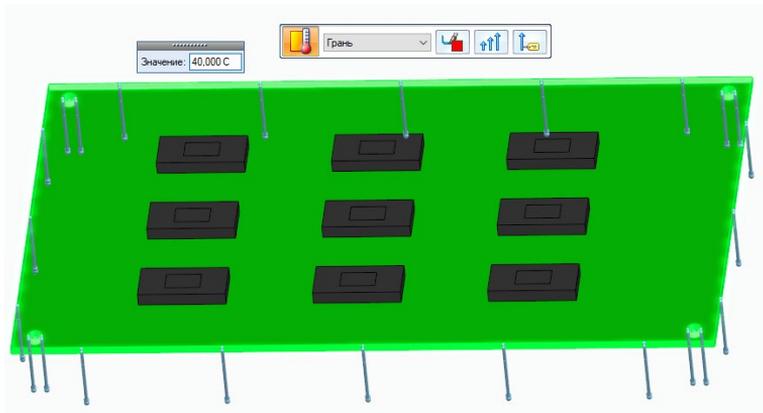
Методические указания по выполнению

Исходные данные по нагрузкам

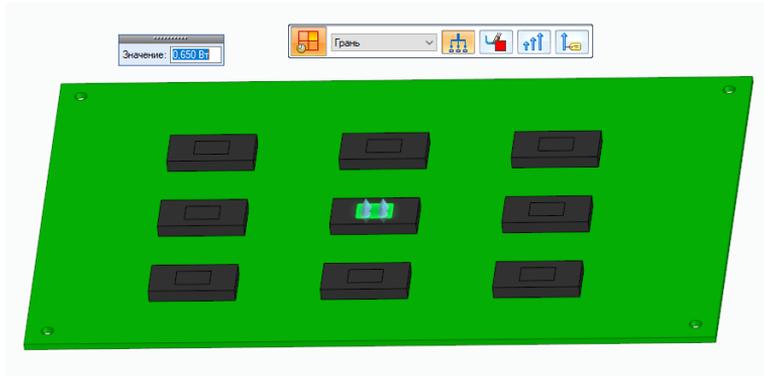
1. Анализ – Стационарный теплообмен, сетка Тетраэдральная, в параметрах анализа включить Тепловой поток, по элементам.
2. Материалы: РСВ – Ероху cast rigid, IC – PVC.
3. Геометрия – все детали в сборке.
4. Нагрузка Температура тела (группа «Нагрузки на тело») = 60°C – начальная температура для выполнения анализа.



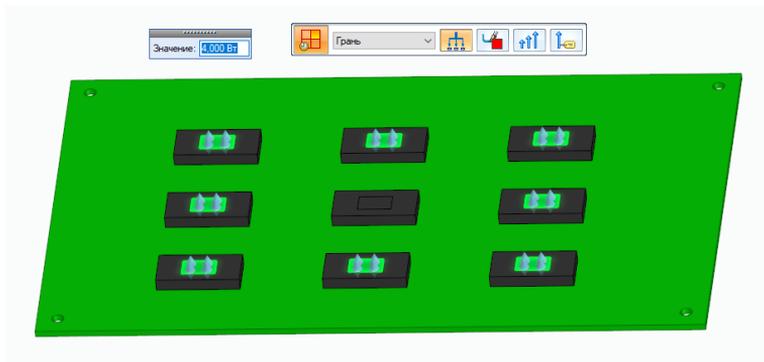
5. Нагрузка «Температура» = 40°C – применить к внутренним цилиндрическим поверхностям крепежных отверстий и к торцевым поверхностям ПП.



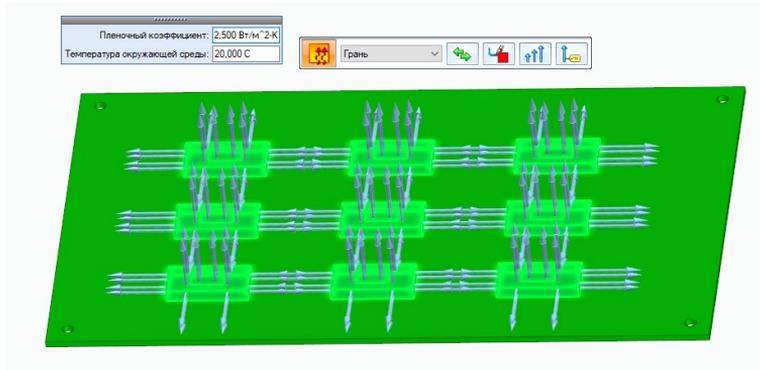
6. Нагрузка «Тепловой поток 1» = $0,650 \text{ Вт}$ – к центральному плоскому участку поверхности центральной микросхемы. Размер плоского участка (излучающего полигона) $10 \times 5 \text{ мм}$.



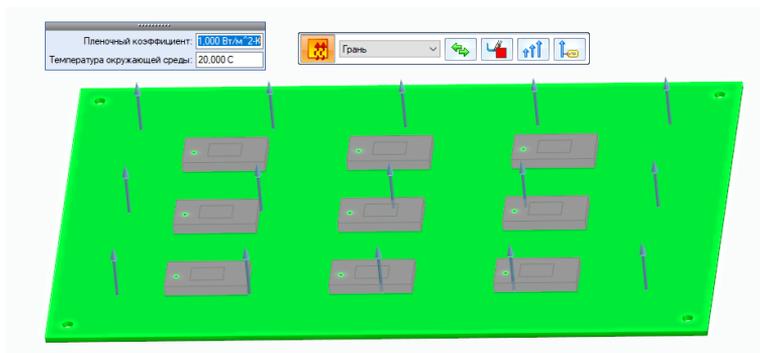
7. Нагрузка «Тепловой поток 2» = 4,000 Вт – к центральному плоскому участку поверхности остальных микросхем. Размер плоского участка (излучающего полигона) 10x5 мм.



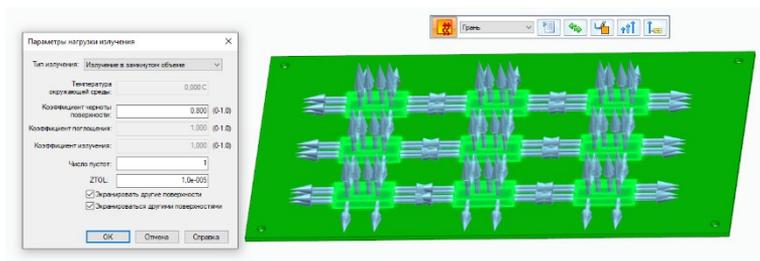
8. Нагрузка «Конвекция 1»: Пленочный коэффициент = 2,500 Вт/м²К, Температура окружающей среды = 20°C – ко всем внешним плоскостям, кроме нижней, у всех микросхем.



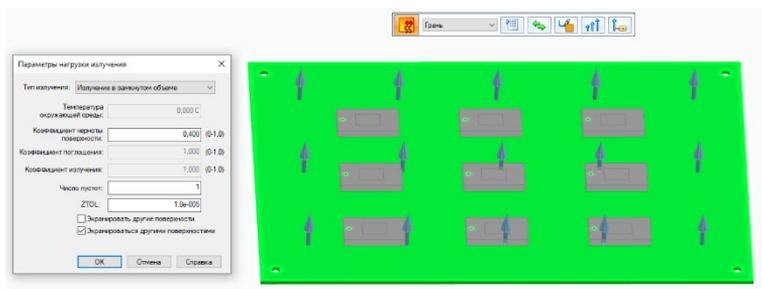
9. Нагрузка «Конвекция 2»: Пленочный коэффициент = 1,000 Вт/м²К, Температура окружающей среды = 20°C – к верхней плоскости ПП.



10. Нагрузка «Излучение 1»: замкнутый объем; применяется ко всем внешним плоскостям, кроме нижней, у всех микросхем; параметры черноты поверхности, ZTOL (допуск на нулевые значения), экранирования – см. скриншот ниже.



11. Нагрузка «Излучение 2»: замкнутый объем; применяется к верхней плоскости ПП; параметры черноты поверхности, ZTOL (допуск на нулевые значения), экранирования – см. скриншот ниже.



12. Контакты – Склейка/Термическая склейка, автоматически, все компоненты.

13. Сетка – размер 3, НЕ СТАВИТЬ флажок «Один размер сетки для компонентов». Коэффициент роста в параметрах сетки = 5,0.

Перед анализами скрыть все нагрузки и контакты в графическом окне.

По результатам анализа:

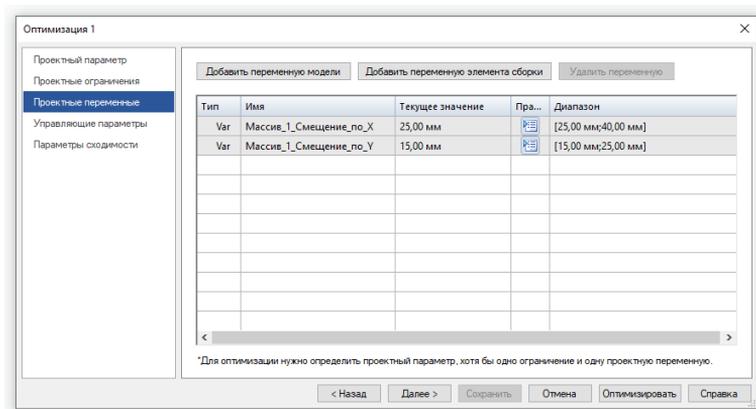
- вывести тепловое модели, дополнительно отметив в графической части маркер минимального значения и значения в узлах, соответствующих центрам 1-2 краевых микросхем;
- сгенерировать отчет в формате doc либо html с параметрами по умолчанию;
- проанализировать результаты, дать описание.

В отчет включить:

- готовую модель;
- сгенерированный отчет по модели в формате doc либо html;
- скриншот графического окна по указанному выше виду результатов;
- словесную характеристику результатов анализа.

Выполнить оптимизацию расположения микросхем, добившись температуры центральной микросхемы = 90 град. (раздвинув тепловыделяющие компоненты).

1. Проектная переменная: Температура, максимум, цель = 90 град.
2. Проектное ограничение: (фиктивное) $0,05 \text{ кг} \geq \text{Масса} \geq 0,03 \text{ кг}$.
3. Проектные переменные:
Переменные элемента сборки – ПП, значения см. скриншот ниже.



4. Остальные параметры без изменений.

По результатам анализа (для последней итерации):

- вывести тепловое модели, дополнительно отметив в графической части маркер минимального значения и значения в узлах, соответствующих центрам 1-2 краевых микросхем;
- сгенерировать отчет в формате doc либо html с параметрами по умолчанию.
- проанализировать результаты, дать описание.

В отчет включить:

- готовую модель;
- численные результаты оптимизации в виде файла Excel с таблицей данных и графиком изменения проектного параметра по итерациям;
- сгенерированный отчет по модели в формате doc либо html;
- скриншот графического окна по указанному выше виду результатов.