



имитируется с помощью мощного резистора, закрепленного на пластинке, аналогичной основанию усилителя. Положение и размер резистора на пластинке совпадают с положением и размером выходного каскада усилителя, выделяющего наибольшее количество тепла. (рис.2).



Рисунок 2. Резисторы на пластинках

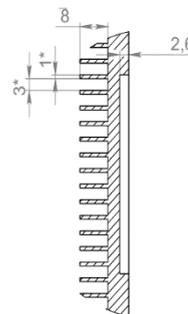


Рисунок 3. Сечение корпуса макета модуля

Резисторы подключены к источнику питания, а макет модуля накрыт теплоизоляционным материалом. Имитаторы установлены с помощью терморасты на пластину, которая имеет такие же размеры, как и основание усилителя. Пластина установлена в углубление в корпусе (рис.3). На рисунке также показаны размеры и шаг ребер.

С помощью показаний манометра и термоанемометра получена аэродинамическая характеристика модуля (рис.4).

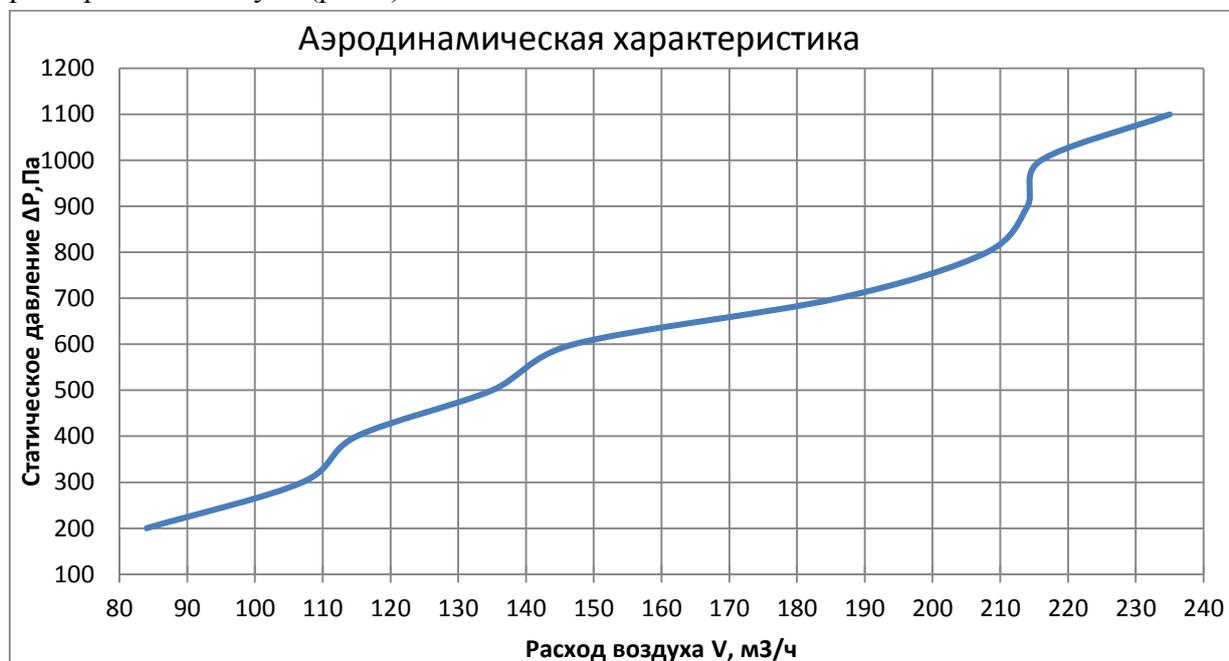


Рисунок 4. Аэродинамическая характеристика

Температура макета модуля регистрировалась с помощью пирометра в нескольких точках на корпусе модуля, а также на пластинке с резистором. Так как в процессе эксперимента воздух из вентилятора нагревается, то правильно оценивать результаты

эксперимента необходимо с учетом температуры воздуха на входе макета. На графике (рис.5) представлена зависимость перегрева от расхода охлаждающего воздуха.

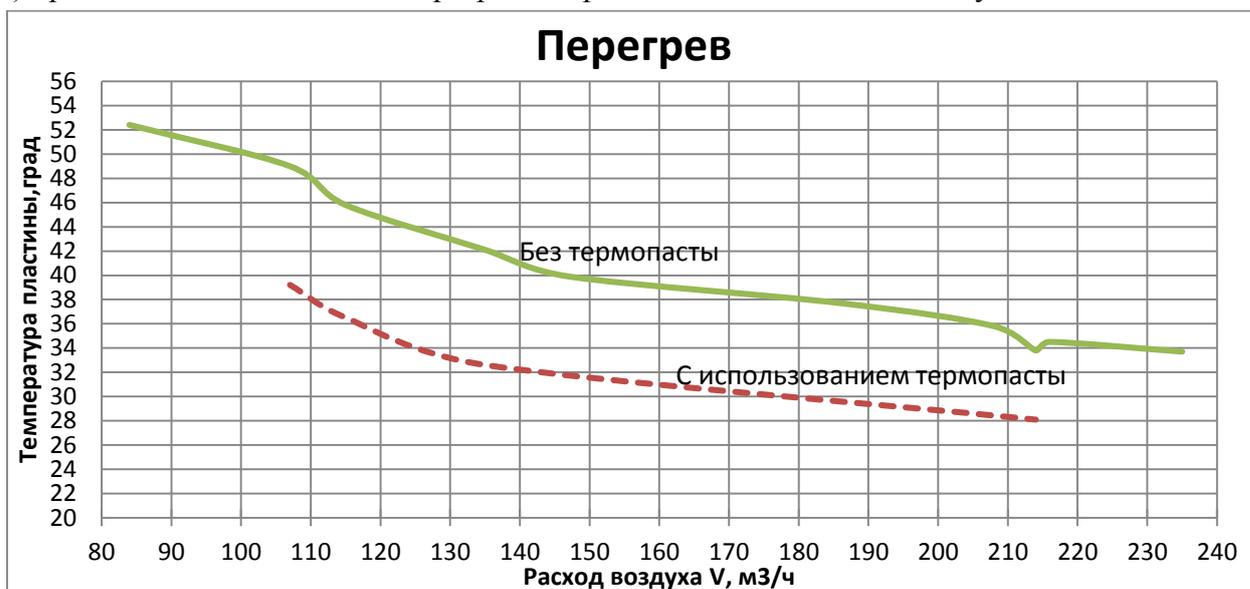


Рисунок 5. Зависимость перегрева от расхода воздуха

При нанесении термопасты между пластиной и корпусом, максимальная температура перегрева может быть снижена на 10°C. На рисунке 6 представлено распределение температуры в поперечном сечении модуля, проходящим через наиболее нагретый резистор.

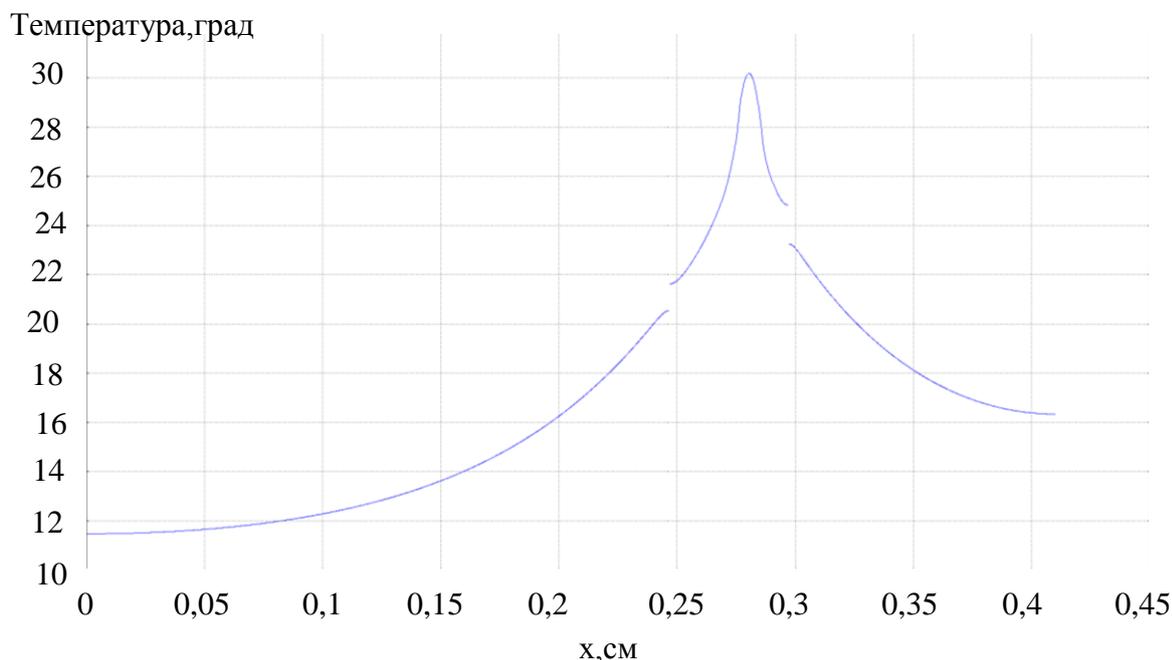


Рисунок 6. Зависимость температуры от поперечной координаты

Точка с максимальной температурой - место установки резистора. Температуру под резистором доступными средствами не измерить, поэтому регистрировалась температура на пластине. На графике видно, что зависимость температуры от координаты на пластине имеет большой наклон, поэтому температура сильно отличается в разных точках измерения.

По результатам эксперимента максимальный перегрев на 5°С больше допустимого. В целях снижения температуры усилителей может быть предложено несколько решений:

1. Изменение материала основания усилителя на материал с более высокой теплопроводностью.
2. Изменение материала корпуса модуля на материал с более высокой теплопроводностью.
3. Применение термопасты с меньшим тепловым сопротивлением.
4. Изменение параметров ребрения.
5. Изменение толщины основания корпуса модуля.

Новый макет корпуса модуля был изготовлен из более теплопроводного материала Д16М (вместо Д16Т), толщина основания была увеличена на 2мм для лучшего «растекания» тепла по сечению корпуса.

После изменений и проведенного эксперимента максимальный перегрев составил 30,5°. Данные сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Материал корпуса,	Кт, Вт/(м*град)	Толщина корпуса, мм	Материал пластины	Перегрев, град
Д16Т	120	6	Алюминий	39,7
Д16М	190	8	Алюминий	30,5

В соответствии с компьютерным моделированием разница между максимальным перегревом имитаторов и усилителей составляет примерно 2-3°С. Таким образом, максимальный перегрев усилителей в модуле не будет превышать заданных 35°С.

По результатам эксперимента и компьютерного моделирования можно сделать следующие выводы:

1. Компьютерная модель имеет высокую степень достоверности.
2. При имитации усилителей с помощью резисторов необходимо учитывать небольшую разницу максимальной температуры.
3. При проектировании корпуса мощных передающих или приемо-передающих модулей АФАР предпочтительно использовать материал с высоким коэффициентом теплопроводности.
4. Следует принимать такую толщину основания, чтобы крайние ребра работали наиболее эффективно.
5. Следует использовать термопасту с высоким коэффициентом теплопроводности.

#### Библиографический список

1. Справочник по теплообменникам. Т.1, М. Энергоиздат 1987.
2. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Справочник. Под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина.
3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. "Машиностроение", 1992
4. А.В. Лыков. Теория теплопроводности. Высшая школа. М., 1967.