УДК 621.395.623.7

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА УСИЛИТЕЛЯ НИЗКИХ ЧАСТОТ КЛАССА D

Павловская Е.А., Корсак Е.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск Республика Беларусь

Научный руководитель: Пискун Г.А. – к. т. н., доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Исследуется влияние радиатора на обеспечение нормального теплового режима усилителя низких частот класса *D* на микросхеме *TPA3116D2*. В *Solidworks Simaltion* построены тепловые модели УНЧ, проведен анализ полученных данных.

Ключевые слова: усилитель низких частот класса *D*, тепловая модель, температура поверхности элемента.

Введение. Усилитель низких частот (УНЧ) – это прибор, предназначенный для преобразования слабых сигналов преимущественно звукового диапазона в более мощные сигналы, способные обеспечить нормальные условия работы оконечного устройства приемника. Он может быть выполнен в виде самостоятельного устройства или являться одним из элементов более сложных устройств – телевизоров, радиоприёмников, радиопередатчиков и т.д. Наиболее широкое применение УНЧ нашли в устройствах, применяемых для передачи звуковой информации, в которых они усиливают звуковой сигнал, поступающий на их входы с источника звука, а затем передают его на динамики, акустические системы (колонки), наушники, радиопередатчики. Кроме этого, УНЧ используют для усиления информационного сигнала в различных сферах: измерительной технике и дефектоскопии, аналоговой вычислительной технике и в других отраслях электроники [1].

Известно [2-4], что при работе аппаратуры так или иначе происходят потери энергии за счет выделения тепла. Источниками тепла в РЭА являются различные электронные компоненты и радиодетали: потребляя электроэнергию, они преобразуют ее в различные формы энергии, в том числе и тепловую. Перегрев какого-либо отдельного радиоэлемента или аппаратуры в целом может привести к поломке устройства. Таким образом, любой компонент или система, выделяющие тепло, должны охлаждаться [2].

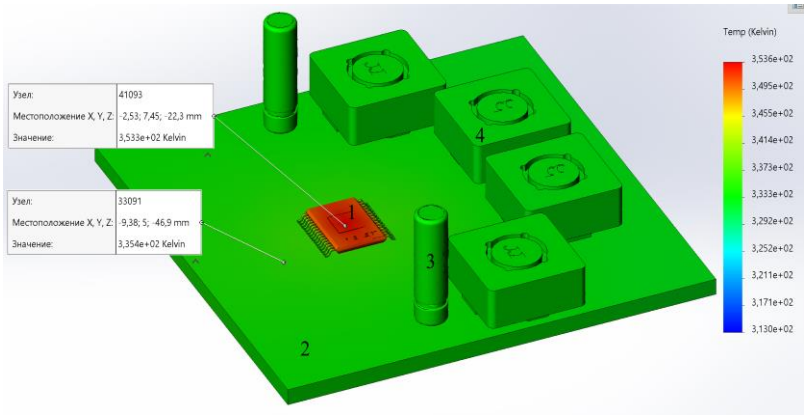
В качестве исследуемого усилителя низких частот класса *D* будет использован усилитель на микросхеме *TPA3116D2*. Несмотря на то, что усилители данного класса обладают высоким КПД (более 90 %) и вследствие чего выделяют мало тепла, производители данного усилителя все же рекомендуют устанавливать поверх нагревающегося элемента (микросхемы) радиатор [3]. Рассмотрим необходимость данного действия.

Основная часть. Нагревающимся элементом в УНЧ является микросхема. Для упрощения отвода тепла на ней размещен *Thermal PAD* – специальный материал, который используется для улучшения теплопередачи между двумя поверхностями.

Построение тепловых моделей будет осуществляться с помощью *Solidworks Simulation.* Входными данными для расчета являются мощность, рассеиваемая микросхемой – 5 Вт, мощность, рассеиваемая нагретой зоной – 10 Вт, коэффициент конвективной теплоотдачи алюминиевого радиатора – 25 Вт/(м^2·К), нагретой зоны – 10 Вт/(м^2·К) [5]. Температура окружающей среды согласно ГОСТ 15150-69 УХЛ 4.2 составляет 313 К. Рабочая температура микросхемы *TPA3116D2* – 233 … 358 К [6].

Усилитель низких частот установим в герметичный пластмассовый корпус. Тепловая модель, полученная в ходе анализа, представлена на рисунке 1. Температура нагретой зоны достигает 336 К, температура поверхности элемента – 353 К (практически является верхним

пределом рабочей температуры микросхемы и может оказывать негативное влияние как на работу микросхемы, так и на работу всего устройства в целом).

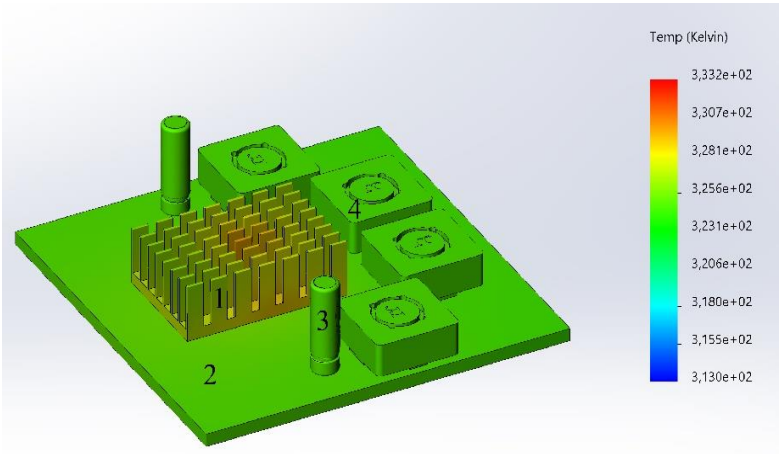


1 – микросхема, 2 – месторасположение *smd* – компонентов, 3 – конденсаторы, 4 – катушки индуктивности

Рисунок 1 – Тепловая модель УНЧ в герметичном корпусе

Теперь для охлаждения микросхемы будем использовать алюминиевый игольчатый радиатор [7]. Охлаждение поверхности элемента в данном случае будет происходить следующим образом: микросхема посредством теплопередачи будет отдавать свое тепло радиатору; нагретый радиатор, в свою очередь, посредством естественной конвекции будет отводить тепло во внутреннюю среду корпуса.

Результат построения тепловой модели представлен на рисунке 2.



1 – радиатор, 2 – месторасположение *smd* – компонентов, 3 – конденсаторы, 4 – катушки индуктивности

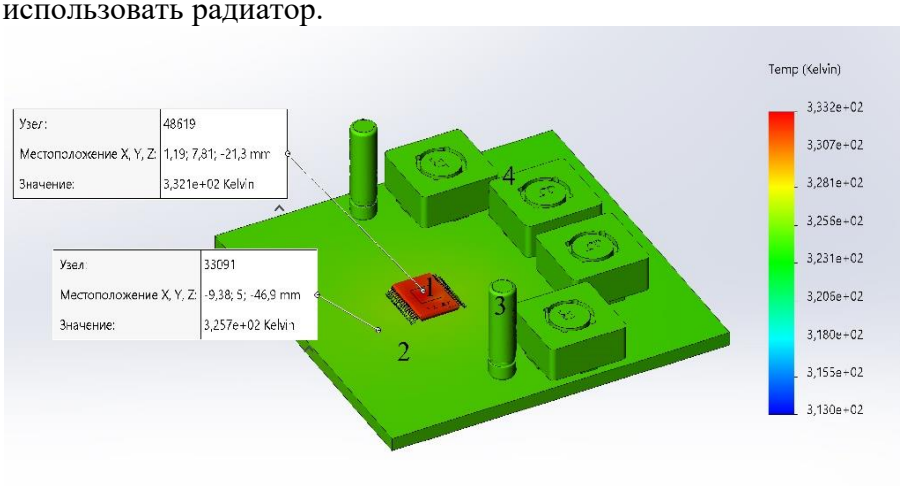
Рисунок 2 – Тепловая модель УНЧ в герметичном корпусе с радиатором

Скроем радиатор и измерим температуру поверхности элемента и температуру нагретой зоны. Получим модель, представленную на рисунке 3.

Из рисунка 3 видно, что температура поверхности элемента составляет 330 К, температура нагретой зоны – 325,7 К. Установка радиатора позволила снизить температуру элемента более, чем на 20 К.

На основе полученных данных можно сделать следующий вывод: несмотря на то, что температура поверхности элемента в герметичном корпусе без радиатора входит в пределы его рабочей температуры, риск перегрева и выхода устройства из строя существует.

Поэтому для повышения надежности и долговечности усилителя низкой частоты класса *D* необходимо использовать радиатор.



1 – микросхема, 2 – месторасположение *smd* – компонентов, 3 – конденсаторы, 4 – катушки индуктивности

Рисунок 3 – Тепловая модель УНЧ в герметичном корпусе (со скрытым радиатором)

Заключение. Проведен термический анализ УНЧ класса *D* в герметичном корпусе с неустановленным и установленным на микросхеме радиатором. Результаты исследования показали, что использование алюминиевого игольчатого радиатора позволяет обеспечить надежную и долговременную работу УНЧ.

Список литературы

1. *Радиоэлектроника, схемы, статьи и программы для инженера по радиоэлектроники [Электронный ресурс] – 2003. – Режим доступа: https://radiostorage.net/1141 prostejshie-usiliteli-nizkoj-chastoty-na-tranzistorah.html. Дата доступа 15.12.2024.*

2. *Интегральные усилители низких частот [Электронный ресурс] – 2009. – Режим доступа: https://radiostorage.net/6-usiliteli-na-mikroskhemah/. Дата доступа: 15.12.2024.*

3. *RDC2-0020, Усилитель низкой частоты класса D. TPA3116D2. [Электронный ресурс] – 2024. – Режим доступа: https://www.chipdip.ru/product/rdc2-0020. Дата доступа: 17.12.2024.*

4. *Digital Technologies [Электронный ресурс]: Усилитель класса D/ А.В.Микушин. – 2023. – Режим доступа: https://digteh.ru/Sxemoteh/RejRab/D/. Дата доступа: 21.12.2024*

5. An Introduction to Solidworks Flow Simulation 2012 / John Matsson /Schroff Development Corporation, P.O. Box 1334, U.S.A., 2012

6. *Межгосударственный стандарт. Машины, приборы и другие технические изделия: ГОСТ 15150-69. – Введ. 01.01.1971 – Гос. комитет СССР.*

7. Скрипников, Ю.Ф. Радиаторы для полупроводниковых приборов / А.И. Берг, В.Г. Борисов. – Москва: Энергия, 1973. – 48 с.

UDK 621.395.623.7

PROVIDING THERMAL CONDITIONS FOR CLASS D LOW FREQUENCY AMPLIFIERS

Pavlovskaya E.A., Korsak E.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus

Piskun G.A. – Cand. of Sci., assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. The article discusses the necessity of radiator usage aiming to ensure normal thermal conditions for the class D low-frequency amplifier on the TPA3116D2 chip. Thermal models of the amplifier were built in Solidworks Simaltion, the obtained data were analyzed.

Keywords: Class D low frequency amplifier, thermal model, component surface temperature.