

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования Омский государственный университет им. Ф.М.
Достоевского**

Физический факультет

Кафедра экспериментальной физики и радиофизики

Кнор Артур Сергеевич

***Разработка конструкции высокоэффективной системы
охлаждения для блока фильтра гармоник мощного РПДУ***

Курсовая работа

Научный руководитель
Преподаватель КЭФиР
Абрамова Е.Г.

Омск – 2013

Практическое применение

Конструкции радиоэлектронных аппаратов, их система охлаждения, габариты и условия эксплуатации весьма разнообразны. Процесс переноса тепловой энергии от источников тепла (радиодеталей) внутри аппарата в окружающую аппарат среду очень сложен и зависит от многих факторов. Для создания оптимальной конструкции аппарата необходимо иметь возможность в процессе проектирования оценить как тепловой режим разрабатываемого устройства, так и влияние на него физических и геометрических параметров.

Цель и задачи

Цель: Разработка конструкции высокоэффективной системы охлаждения для блока фильтра гармоник мощного РПДУ , на основе анализа распределения потока жидкости, протекающего по катушкам индуктивности, и температурного поля.

Задачи:

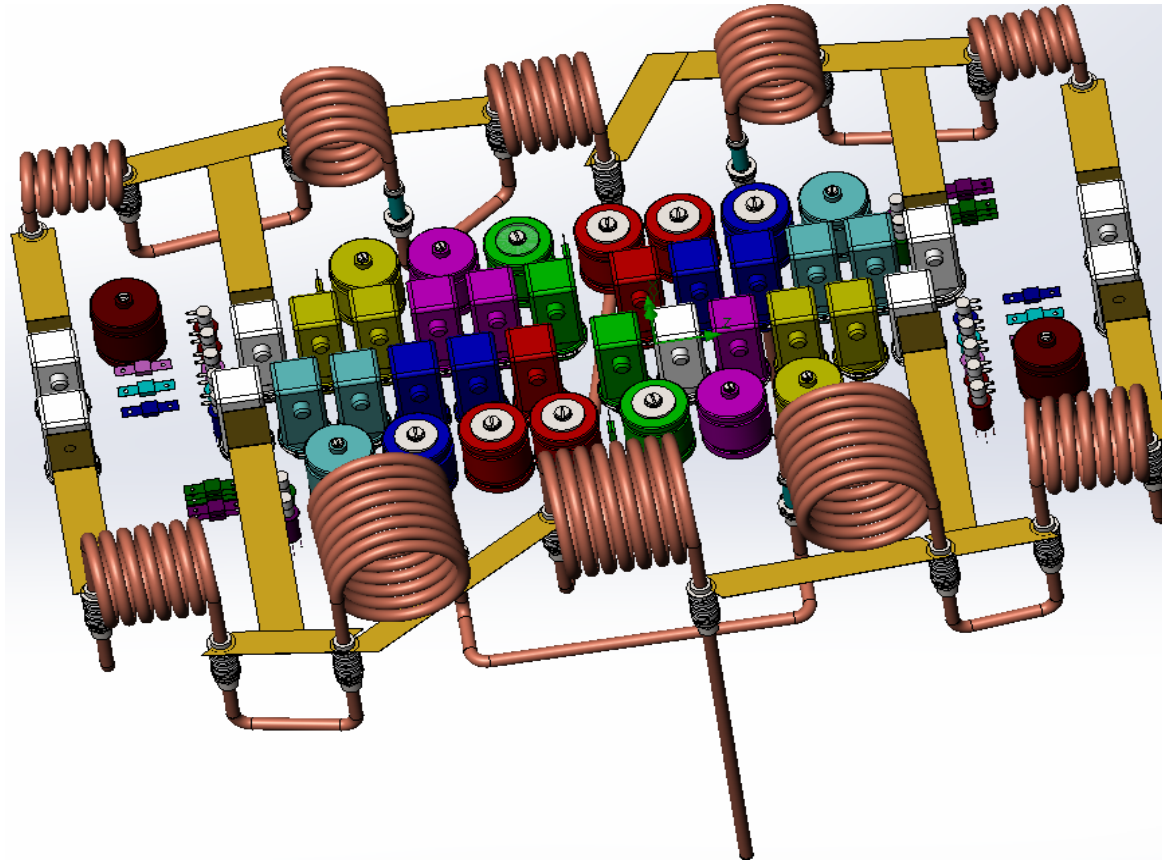
- анализ имеющихся на данный момент моделей охлаждения для блока фильтра гармоник мощного РПДУ
- ознакомиться с основными характеристиками теплового расчета
- изучить особенности теплового излучения катушек индуктивности
- произвести численный расчет нагревания катушек индуктивности

Оптимизация фильтра

Обычно для таких передатчиков строится пяти диапазонный фильтр Кауэра, который состоит из трех контуров. С точки зрения охлаждения получается сложная задача, так как схема будет содержать 15 катушек индуктивности, что в свою очередь увеличивает стоимость разработки и приводит к необходимости охлаждения большого количества стоечных блоков. В ходе оптимизации схемы была произведена минимизация количества контуров, таким образом, конструкция фильтра гармоник содержит один контур жидкостного охлаждения, состоящий из 10 катушек индуктивности[4].

После оптимизации схемы фильтра гармоник разработчики остановились на схеме состоящий из двух поддиапазонов, в основе которых лежит полосовая схема с дискретными конденсаторами. Каждый поддиапазон состоит из 5 катушек индуктивностей, последовательно соединенных друг с другом и реализованных из медной трубки диаметром 9,52 мм. Конструкция фильтра, построенного по такой схеме, является более простой в изготовлении и экономичной. Однако при всех достоинствах недостатком данной схемы является увеличение токов, протекающих через элементы[4].

Фильтр гармоник РПДУ на 20 кВт

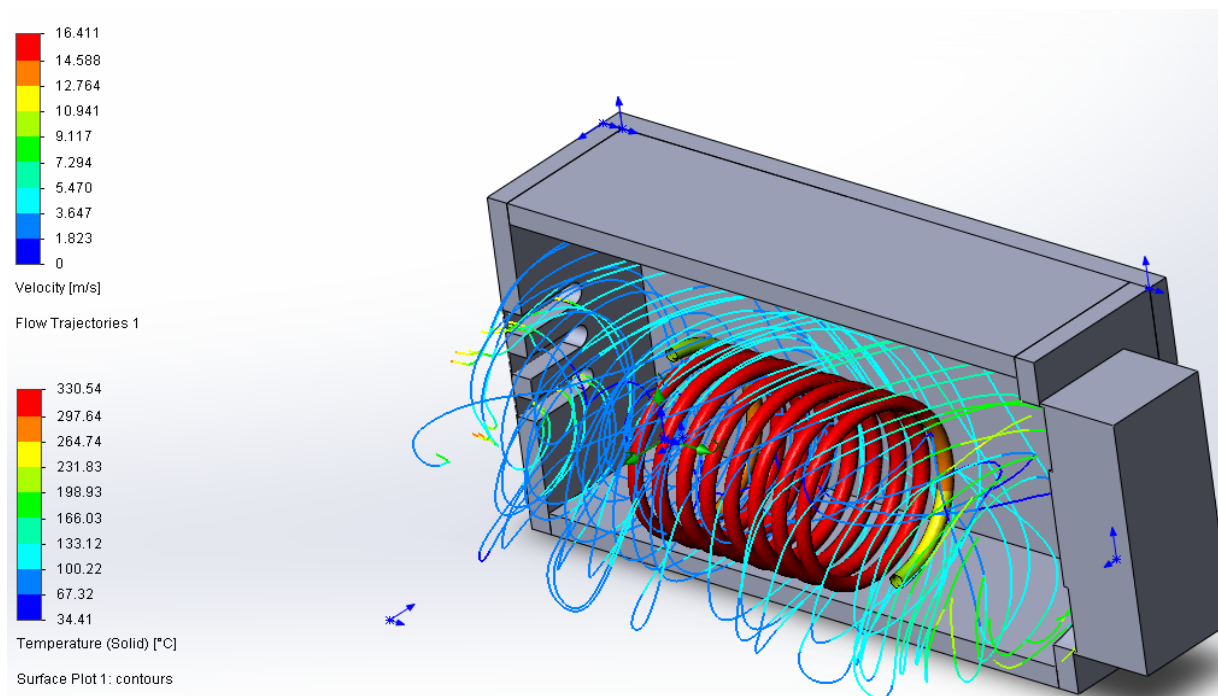


Воздушное охлаждение

Методика исследования катушки с воздушным охлаждением представляет собой следующую последовательность:

- Построение модели катушки индуктивности в специализированной САПР инженерного анализа процессов гидро- и газодинамики.
- Задаем физические свойства вещества, материалы конструкций, граничные условия и параметры расчета.
- Анализ катушки производился при температуре окружающей среды равной +20°C. Рабочее вещество – атмосферный воздух.
- Использовались два типа граничных условий.
- Первое граничное условие – массовый расход газа во входном патрубке кондиционера.
- Второе граничное условие – атмосферное давление на выходе из коробки
- Давление не изменялось.
- Задаем мощность на катушке.
- Далее осуществляется непосредственно расчет модели методом конечных элементов.
- После расчета происходит обработка полученных данных и отображение необходимых результатов.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОГО ПОЛЯ НА КАТУШКАХ В КОРБКЕ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ



Из рисунка видно, что при заданных мощностях температура катушек составляет более 300°C , такой способ охлаждения очевидно не может быть использован, так как изменения геометрии трубки в результате теплового расширения приведут к изменению электрических параметров катушка индуктивности более чем на 1%.

Жидкостное охлаждение

Система жидкостного охлаждения, применяется в теплонагруженных модулях радиопередающих устройств мощностью 20 кВт и более. В качестве теплоносителя могут быть применены растворы на основе воды. Основным недостатком таких теплоносителей состоит в том, что их использование приводит к образованию ржавчины, накипи, а это, в свою очередь, ведет к поломке системы, поэтому используются смеси с этиленгликолем, с солями-ингибиторами, улучшающими качество раствора и обеспечивающими наиболее высокие значения коэффициента теплообмена.

В ряде систем с жидкостным контуром охлаждения используют дистиллированную воду. Дистилляция воды и ее фильтрация для очистки от образующихся при работе примесей необходимы для предотвращения образования накипи, засорений системы.

В качестве рабочего вещества, протекающего через замкнутый контур, состоящий из катушек индуктивности, используется масло ПМС-50, т.к. оно имеет наименьшую вязкость.

Преимущества жидкостных систем охлаждения

- У воды более высокая теплоемкость, чем у воздуха.
- Уровень шума значительно ниже, чем при использовании принудительного воздушного охлаждения.
- Естественная и принудительная конвекция требует объема, более чем 50 раз превышающего объема жидкостного охлаждения.

Но существуют и недостатки:

- Возрастают затраты на электроэнергию.
- Высокая цена при разработке новых конструктивных вариантов водоблоков.

Методика исследования при жидкостном охлаждении

- Построение модели катушки индуктивности в специализированной САПР инженерного анализа процессов гидро- и газодинамики.
- Задаем физические свойства вещества, материалы конструкций, граничные условия и параметры расчета.
- Анализ производился при температуре окружающей среды равной +20°C. Рабочее вещество - масло ПМС-50.

Использовались два типа граничных условий.

- Первое граничное условие – массовый расход жидкости во входной трубке катушки индуктивности.

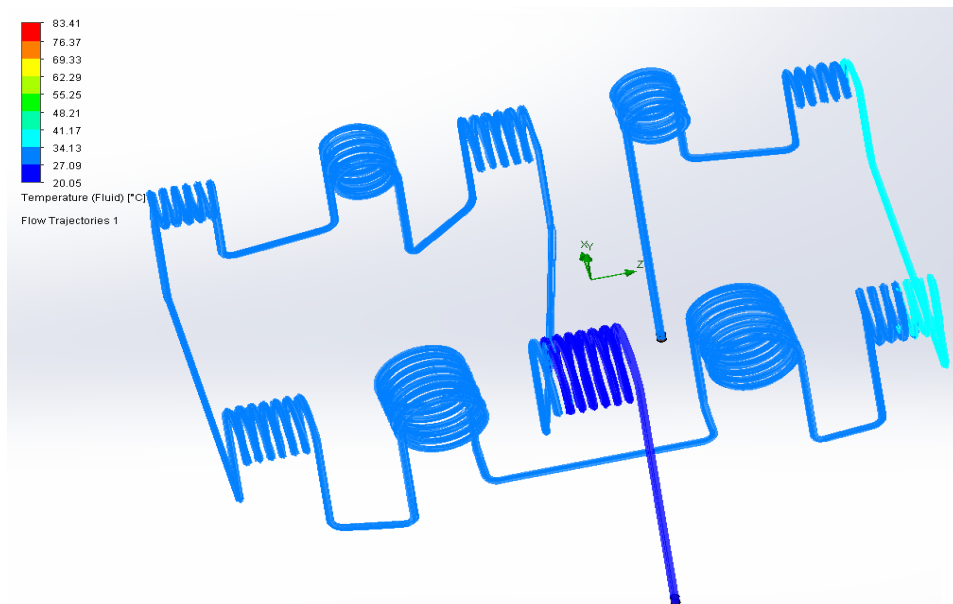
- Второе граничное условие – атмосферное давление на выходе из трубки катушки индуктивности.

Задаем мощности на катушках.

- Далее осуществляется непосредственно расчет модели методом конечных элементов.
- После расчета происходит обработка полученных данных и отображение необходимых результатов.

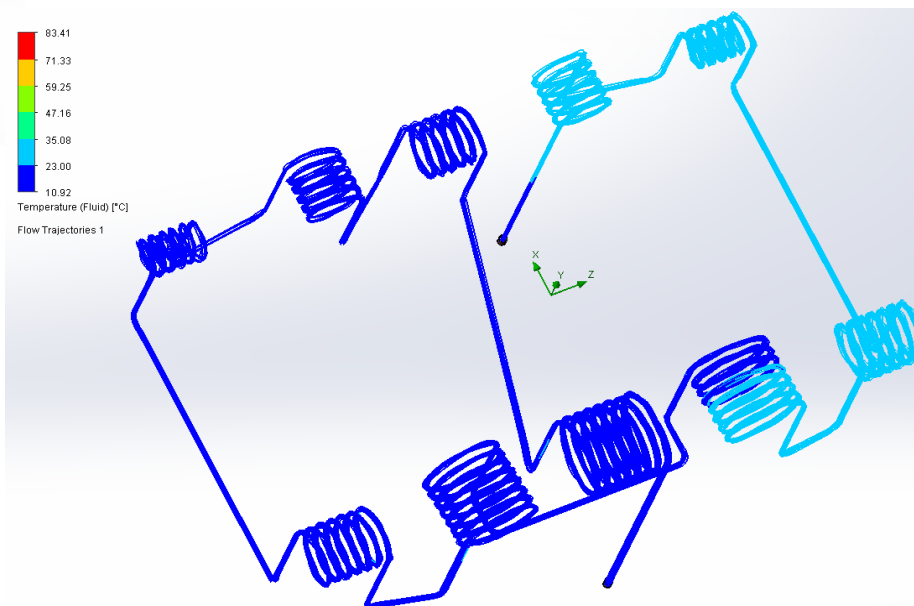
Расчет модели производился для каждого из поддиапазонов при различных расходах жидкости (0,3; 0,6; 2 л/мин).

Картина распределение температурного поля потока жидкости по катушкам индуктивности при включенном первом поддиапазоне:

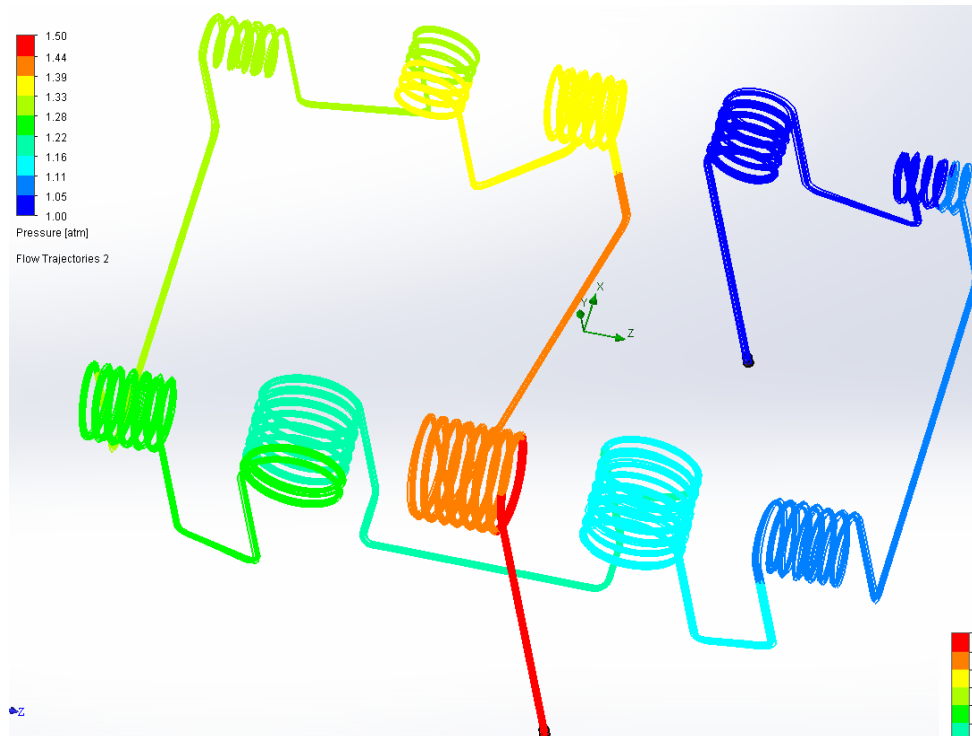


а – массовый расход жидкости 0,6 л/мин

б - массовый расход жидкости 2 л/мин

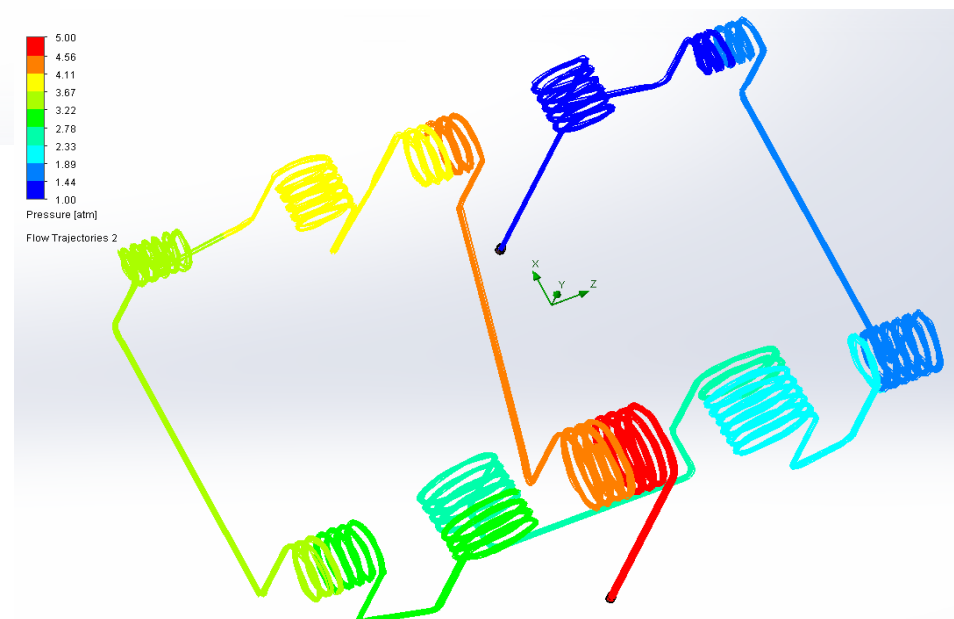


Картина распределения давления жидкости по катушкам индуктивности при включенном первом диапазоне



а - массовый расход жидкости 0,6 л/мин

б - массовый расход жидкости 2 л/мин



Результаты работы

Как видно из рисунков, при расходе жидкости 2 л/мин, давление воды возросло до 5 атм., что не благоприятно сказывается на системе жидкостного охлаждения. При значении 0,6 л/мин атмосферное давление остается в пределах нормы до 1,5 атм. Температура жидкости не превышает 100°C, что соответственно удовлетворяет требованиям по температурной стабильности.

В результате моделирования конструкции фильтра гармоник было определено оптимальное соотношение между расходом жидкости, температурой и давлением в системе охлаждения, также в ходе работы был найден способ упрощения конструкции фильтра с точки зрения его изготовления без ухудшения электрических характеристик.

Список литературы

- Гелль П.П. Конструирование радиоэлектронной аппаратуры. «Энергия», 1972.
- Дульнев Г.Н. Теплообмен в радиоэлектронных аппаратах. «Энергия», 1968.
- Дульнев Г.Н. Теплообмен в радиоэлектронных устройствах. Москва, 1963.
- Жумбакова Э.А. *«Оптимизация конструкции фильтра гармоник для РПДУ мощностью 20 кВт».*
- Шахгильдян В.В., Радиопередающие устройства: учебник для вузов. М: Радио и связь, 2003,- 560 с.
- ГОСТ 13032-77. Жидкости полиметилсилоксановые; введ. 01.01.79. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1997.-16 с.

Спасибо за внимание