

НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОВОЙ ТРУБКИ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ *SOLIDWORKS FLOW SIMULATION*

Рыбаков Д.Г., Беликов А.Н.

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

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

Аннотация. Показана настройка параметров тепловой трубки в программной среде *SolidWorks Flow Simulation*. Продемонстрированы основные этапы создания проекта, которые включают в себя задание начальных и граничных условий моделирования, настройку подобласти течения и контактных сопротивлений, а также настройку физического времени расчета тепловой трубки.

Ключевые слова: методика моделирования, тепловые трубки, программная среда.

Введение. С увеличением интеграции современной радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) существенно возрастает и трудоемкость ее проектирования, что связано с ростом размерности задач, решаемых в процессе разработки. В связи с этим, стремясь к миниатюризации электронных систем и блоков, возникают проблемы охлаждения радиоэлектронных компонентов, которые в современной электронике выделяют большое количество избыточной тепловой энергии. Эффективным способом решения этой проблемы является применение различных систем охлаждения.

Существуют различные способы отведения тепловой энергии от теплонагруженных компонентов, которые разделяются на пассивные и активные системы охлаждения. В настоящее время пассивные способы отведения тепловой энергии активно используются в различных устройствах. Они являются наиболее простыми и надежными, что позволяет им быть востребованными вне зависимости от преимуществ других способов охлаждения конструкций. Далеко не всегда представляется возможным использовать активные системы охлаждения, а именно, вентиляторы, так как они создают акустические (фоновые) шумы во время работы, обладают ограниченным сроком службы, требуют своевременного технического обслуживания, а также наличие вентилятора делает невозможным полную герметизацию технического средства [1–3].

Основная часть. Тепловая трубка – элемент пассивной системы охлаждения, которая позволяет распределять большое количество тепловой энергии посредством переноса ее в другие части пространства, тем самым обеспечивая оптимальный тепловой режим. К основным преимуществам тепловых трубок по сравнению с традиционными элементами теплопередающих систем относятся:

- отсутствие подвижных деталей и бесшумность работы;
- малые массогабаритные характеристики;
- отсутствие затрат энергии на перемещение теплоносителя;
- надежность работы;
- высокая эквивалентная теплопроводность.

Трубки условно состоят из трех отдельных зон – испарителя, конденсатора и адиабатической зоны между ними. В «испарителе» к трубке подводится тепло, «рабочая жидкость» нагревается и испаряется, а в «конденсаторе» нагретый пар отдает тепловую энергию и конденсируется обратно в жидкую форму. Высокая температура и достаточно высокое давление заставляют пар течь из «испарителя» в «конденсатор», расположенный в более холодной части системы. Жидкость возвращается в испаритель за счет капиллярных сил, возникающих в пористой структуре «фитиля» [4–6].

В работе рассматривается настройка параметров тепловой трубки в *SolidWorks Flow Simulation*. Моделирование тепловых процессов, протекающих в тепловой трубке, начинается с задания начальных и граничных условий, которые указываются при задании общих настроек проекта и включают в себя:

- выбор типа задачи «Внешняя» без исключения внутреннего пространства, что означает, что моделирование будет выполняться не только внутри корпуса, но и снаружи;
- задание гравитационной постоянной;
- включение режима нестационарного расчета, что позволит отслеживать динамику изменения температуры в течение времени;
- введение в расчет теплопроводности в твердых средах;
- выбор основной текучей среды и ее начальной температуры.

Первой настройкой внутри проекта будет задание подобласти течения воды внутри тепловых трубок. Выбираются внутренние грани каждой тепловой трубки и задаются термодинамические параметры – начальная температура и внутреннее давление (рисунок 1).

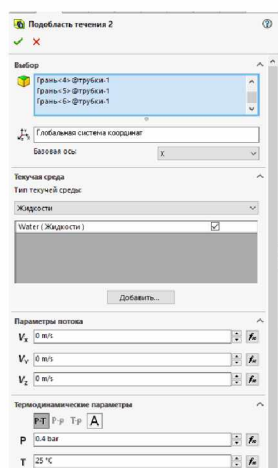


Рисунок 1 – Настройка подобласти течения

После этого идет этап присвоения элементам модели материала с соответствующими ему свойствами, а далее – задание мощности тепловыделения от нагревающихся элементов. Для замены тонких слоев вещества, в частности термопасты, задаются контактные тепловые сопротивления, соответствующие их реальным свойствам (рисунок 2).

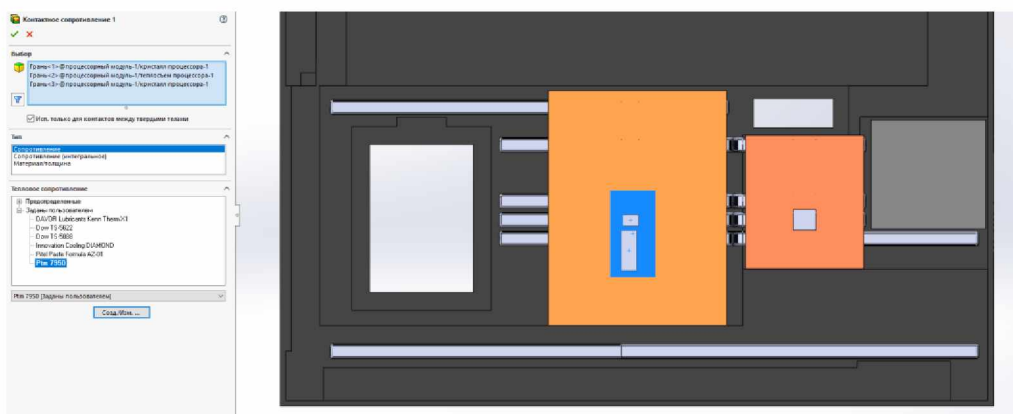


Рисунок 2 – Настройка теплового сопротивления

Для корректной работы тепловых трубок с помощью инструмента «Тепловая трубка» дополнительно присваиваются свойства тепловой трубки. Выбираются области работы, испаритель и конденсатор, а также эффективное тепловое сопротивление (рисунок 3).

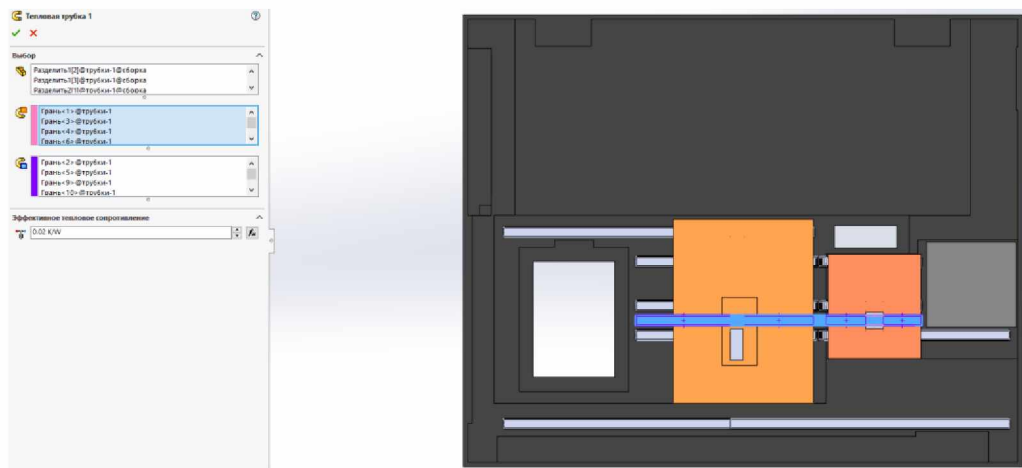


Рисунок 3 – Настройка тепловой трубки

Перед началом моделирования необходимо задать физическое время нестационарного расчета, а также период сохранения результатов. После этого можно запускать расчет.

Заключение. Разработана методика моделирования тепловой трубки в программной среде *SolidWorks Flow Simulation*. Показаны все этапы создания проекта моделирования тепловой трубки, а также полностью описаны для наиболее лучшего понимания процесса.

Список литературы

1. Моделирование джоулева нагрева в среде COMSOL Multiphysics / В. Ф. Алексеев и др. // Доклады БГУИР. - 2018. - № 7 (117). - С. 90 - 91.
2. The Impact of ESD on Microcontrollers / G. A. Piskun [et al.]; edited by V. F. Alexeev. - Minsk: Kolorgrad, 2018. - 184 p.
3. Пискун Г. А., Алексеев В. Ф., Степченко О. В., Попов А. Н., Беликов А. Н., Рыбаков Д. Г. Влияние конфигурации и формы внешних ребер герметичных корпусов технических средств на эффективность отведения тепла от процессора // Изв. вузов России. Радиоэлектроника. – 2023. – Т. 26, № 5. – С. 63–75. <https://doi.org/10.32603/1993-8985-2023-26-5-63-75>.
4. Тепловые трубки – принцип работы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://npostk.ru/teplovaya-trubka-heat-pipe.html>.
5. Heat pipes: review, opportunities and challenges / Amir Faghri / De-partment of Mechanical Engineering, University of Connecticut, Storrs, C.T. 06269, U.S.A., 2014.
6. Соколов, Н. Ю. Численное и физическое моделирование работы системы тепловых труб для отвода тепла от радиоэлектронного оборудования различного назначения / Н. Ю. Соколов, В. А. Кулагин // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 4(28). – С. 50–69. <https://doi.org/10.38028/ESI.2022.28.4.004>

UDC 621.382.2/.3-046.47

CONFIGURING OF HEAT PIPE PARAMETERS IN THE SOLIDWORKS FLOW SIMULATION

Rybakov D. G., Belikov A.N.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

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

Annotation. The setup of heat pipe parameters in the SolidWorks Flow Simulation software environment is shown. The main stages of creating a project are demonstrated, which include setting the initial and boundary conditions of the simulation, setting the flow subdomain and contact resistances, as well as setting the physical time for calculating the heat pipe.

Keywords: modeling technique, heat pipes, software environment.