

ГЕНЕРАТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ТОПОЛОГИИ КАНАЛЬНОГО РАДИАТОРА

В работе была оптимизирована топология канального радиатора системы охлаждения процессора. Для этого была создана базовая геометрия с использованием платформы SALOME. Затем с использованием пакета OpenFOAM были оценены параметры каждой конструкции, после чего был применен алгоритм оптимизации. В исследовании было проведено сравнение алгоритмов: генетический алгоритм и градиентный алгоритм оптимизации. В качестве целевой функции была использована функция, которая включает в себя общую теплопередачу и перепад давления. Входными параметрами были значения заполнения доменов, причем каждая новая геометрия генерировалась автоматически с использованием Python скрипта.

A.I. YESIS, M.A. CHMIKHOV

National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

GENERATIVE OPTIMIZATION OF DUCT RADIATOR TOPOLOGY

A The topology of the channel radiator in the CPU cooling system was optimized in the study. To achieve this, a base geometry was created using the SALOME platform. Subsequently, the OpenFOAM package was employed to assess the parameters of each design, followed by the application of an optimization algorithm. Two algorithms were utilized in this task: a genetic algorithm and a gradient-based optimization algorithm. A comparison between these algorithms was also conducted. The objective function employed in the study included both overall heat transfer and pressure drop. The input parameters consisted of domain fill values, and each new geometry was automatically generated using a Python script.

Актуальность задачи компактного охлаждения связана с увеличением мощности вычислительных систем, развитием электромобилей [1] и стремлению к энергосбережению. Неэффективное решение проблемы теплоотвода может привести к перегреву, снижению производительности и даже повреждению техники. Целью исследования является разработка и оптимизация геометрии радиатора для водяной системы охлаждения процессора с использованием вычислительной гидродинамики. Первым этапом было создание геометрии и расчетной сетки в графическом интерфейсе SALOME [2]. По полученной сетки проводилось численное моделирование с использованием пакета OpenFOAM и решателя chtMultiRegionFoam [3]. В качестве целевой функции была использована функция, которая включает в себя общую теплопередачу и перепад давления [4]. Входными параметрами были значения заполнения доменов, причем каждая новая геометрия генерировалась автоматически с использованием Python скрипта. Для решения задачи оптимизации были выбраны два алгоритма: эволюционный и градиентный. В качестве градиентного метода был использован BFGS [5]. В ходе работы получено, что генетический алгоритм справляется с глобальной оптимизацией в многомерных пространствах параметров используя на 30-40% меньше итераций [6]. Исследование подтвердило, что оптимизация геометрии и параметров системы охлаждения повышает ее эффективность на 7-10% по сравнению с традиционной конструкцией, которая имеет линейное и шахматное расположение. В результате работы была оптимизирована топология канального радиатора системы охлаждения процессора.

Список литературы

1. Chen F., Wang J., Yang X. Topology optimization design and numerical analysis on cold plates for lithium-ion battery thermal management // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2022. (183). С. 122087.
2. Introduction to Salome Platform — GUI 9.5.0 documentation. URL: <https://docs.salome-platform.org/latest/gui/GUI/introduction.html>.
3. OpenFOAM: User Guide: chtMultiRegionFoam [Электронный ресурс]. URL: <https://www.openfoam.com/documentation/guides/latest/doc/guide-applications-solvers-heat-transfer-chtMultiRegionFoam.html> (дата обращения: 29.05.2023).
4. Mekki B. S., Langer J., Lynch S. Genetic algorithm based topology optimization of heat exchanger fins used in aerospace applications // International Journal of Heat and Mass Transfer. 2021. (170). С. 121002.
5. Liu D. C., Nocedal J. On the limited memory BFGS method for large scale optimization // Mathematical Programming. 1989. № 1 (45). С. 503–528.
6. Чернышев Олег и Борисов Аркадий. Сравнительный анализ решения задач оптимизации генетическими и градиентными методами // Transport and Telecommunication. Рига, Латвия, 2007. Т. 8, № 1. С. 40–52.