

УДК 536

Моделирование и экспериментальная проверка термо-оптически покрытого наножидкостного теплообменника двойного действия

Навед М. (ИТМО), Никитин А.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Никитин А.А. (ИТМО)

Введение: В предыдущем исследовании было подтверждено, что термооптическое покрытие из TiO_2 улучшает поглощение радиационного тепла и тепловые характеристики теплообменника двойного действия. Покрытие повышает общую эффективность в дневном и ночном режимах за счет уменьшения поверхностных тепловых потерь и увеличения адсорбции энергии. Однако конвективный теплоперенос жидкости оставался ограниченным из-за тепловых свойств воды [1].

В настоящем исследовании в качестве модифицированной рабочей среды используется наножидкость для изучения комбинированного эффекта поверхностного покрытия и улучшенных свойств наножидкости. В данной работе представлена базовая модель, предназначенная для создания вычислительной основы для будущих исследований с учётом тепловой, гидравлической и эксергетической оптимизации.

Основная часть: Для решения двух основных исследовательских задач используется подход вычислительной гидродинамики (CFD).

1. Была разработана математическая модель для замены воды наножидкостью в рамках численного моделирования. Термодинамические свойства, зависящие от объемной доли наночастиц были включены в уравнения сохранения энергии, что позволило рассчитать модифицированную плотность, теплопроводность, удельную теплоемкость и вязкость. Эта формулировка обеспечивает согласованную основу для моделирования поведения наножидкости внутри теплообменника с покрытием [2].

2. Для построения трехмерной стационарной модели была использована ранее проверенная геометрия теплообменника с покрытием. Были определены соответствующие тепловые и гидродинамические граничные условия для изучения того, как измененные свойства жидкости влияют на температурные поля, потока жидкости и характеристики теплопередачи в новой конфигурации. Цель на данном этапе — создать надежную численную модель для последующей детальной оценки производительности теплообменника.

Выводы: Разработана фундаментальная вычислительная модель для анализа термооптически покрытого наножидкостного теплообменника двойного действия. В исследовании сформулирована модель свойств наножидкости и подготовлена конфигурация CFD модели, необходимая для будущей термодинамической и эксергетической оптимизации. Данная работа обеспечивает методологическую основу для углубленной оценки комбинированных методов повышения эффективности поверхности и жидкости в высокоэффективных тепловых системах.

Список использованных источников:

1. Dhivya, S., et al., *Hybrid Al₂O₃-MWCNT nano-coatings for advanced solar thermal systems: enhancing energy conversion and sustainability*. Energy Conversion and Management: 2025: p. 101452.
2. Soudagar, M.E.M., et al., *Effect of graphene coating thickness on thermal performance of microwave assisted solar thermal hybrid system*. Applied Thermal Engineering, 2025. 277