

Теплофизические свойства наножидкостей на основе воды, модифицированные малослойным графеном

Калашникова Е.И.¹, Возняковский А.А.¹, Возняковский А.П.², Кидалов С.В.¹

kalashnikatja@bk.ru

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБП НИИСК, Санкт-Петербург, Россия

Жидкостные системы охлаждения широко применяются в различных отраслях техники, включая транспортные и электронные системы. Рост тепловых нагрузок в современных устройствах предъявляет повышенные требования к эффективности теплоотвода, что ограничивает применение традиционных теплоносителей, таких как вода и водные растворы, без увеличения габаритов теплообменного оборудования.

Одним из подходов к улучшению характеристик теплоносителей является формирование устойчивых суспензий наноматериалов на их основе (наножидкостей-НЖ). В качестве перспективного наполнителя рассматривается малослойный графен (МГ), теплопроводность которого может достигать значений порядка 5000 Вт/(м·К). Однако практическое применение данного материала в настоящее время ограничено несовершенством методов синтеза, не обеспечивающих получение больших объемов продукта при приемлемой себестоимости.

В настоящей работе исследовано влияние концентрации МГ на теплофизические и теплообменные характеристики НЖ на водной основе, модифицированной малослойным графеном, синтезированным методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза [1,2] из глюкозы (восстановитель) и нитрата калия (окислитель) при соотношениях 80/20, 85/15 и 90/10. Целью исследования являлось определение диапазона концентраций, обеспечивающего повышение эффективности охлаждения при сохранении приемлемых гидродинамических параметров. Для получения устойчивых суспензий наночастицы подвергались ультразвуковому диспергированию. Были приготовлены и экспериментально исследованы образцы НЖ с массовой концентрацией графена 0,25; 0,5; 1 и 1,5 масс. %.

Экспериментальные результаты показали, что введение 1,5 масс. % МГ обеспечивает увеличение теплопроводности наножидкости в 2 раза по сравнению с деионизированной водой. При этом рост динамической вязкости составляет около 40% и не оказывает существенного влияния на гидродинамические характеристики потока. Исследования теплообмена установили, что применение НЖ на основе МГ повышает эффективность охлаждения: при концентрации 1 масс. % коэффициент охлаждения возрастает на 37% относительно воды. Все эксперименты выполнены при соотношении восстановитель/окислитель 80/20.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования НЖ с концентрацией графена в диапазоне 1–1,5 масс. % для интенсификации теплообмена в системах охлаждения.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания ФТИ им. А.Ф. Иоффе (проект FFUG-2024-0019 "Функциональные углеродные наноструктурированные материалы").

Ссылки

1. А.П. Возняковский, А.А. Возняковский, С.В. Кидалов, ЖНХ (2024), 69(3), 327–334.
2. A.P. Voznyakovskii, A.A. Vozniakovskii, S.V. Kidalov, Fullerenes, Nanotubes Carbon Nanostruct. (2022), 30(1), 59–65.