**Оценка применимости наножидкостных проточных систем для охлаждения в ядерной энергетике и высокоэнергетических установках**

***Копытов И.М.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Московский физико-технический институт (национальный исследовательский*

*университет), Долгопрудный, Россия*

*E-mail:* [*ivankopytov437@gmail.com*](mailto:ivankopytov437@gmail.com)

Современные высокоэнергетические технологии, включая ядерную энергетику, космические установки, термоядерные реакторы и мощные лазерные системы, требуют эффективных теплоносителей, способных обеспечивать быстрый и надежный отвод тепла. Одним из перспективных решений является применение наножидкостей, представляющих собой суспензии наночастиц оксидов металлов в базовой жидкости [1]. Внедрение наножидкостей может значительно улучшить характеристики теплообмена за счет увеличенной теплопроводности и снижения термического сопротивления.

В данной работе исследованы наножидкости на основе гамма-оксида алюминия и дистиллированной воды с целью оценки их потенциального использования в качестве теплоносителей для высокоэнергетических систем. Синтезирование наножидкостей реализовано с помощью двухстадийного метода, включающего диспергирование в ультразвуковой ванне YA XUN YX2000A. Для приготовления образцов использовался нанопорошок гамма-оксид алюминия компании «Плазмотерм» с чистотой 99.995 % и средним диаметром частиц 15 нм. Масса нанопорошка измерялась с высокой точностью на лабораторных весах «Pocket Scale MH-300», а в качестве базовой жидкости применялась дистиллированная вода. Обработка в ультразвуковой ванне проводилась в течение полутора часов при комнатной температуре 18.7 ºС, контролируемой лабораторным термометром ЛТ4.

Измерение кинематической вязкости осуществлялось с использованием вискозиметра ВПЖ-2 ГОСТ 10028–81 с диаметром капилляра 0.54 мм, при этом для поддержания постоянства температуры использовался термостат. Подбор оборудования и методика проведения экспериментов базировались на результатах предыдущих исследований в данной области [2]. Полученные данные были обработаны в программном комплексе MATLAB, в котором также была выполнена численная модель динамики истечения наножидкости из вискозиметра и процесса охлаждения термостата.

Экспериментальные результаты показали, что при увеличении массовой концентрации гамма-оксида алюминия от 0 до 4.04 % удельная кинематическая вязкость наножидкости возрастает в 1.32 раза. Однако детальный анализ выявил, что рост вязкости происходит значительно быстрее, чем увеличение теплопроводности, что может оказать негативное влияние на эффективность теплообмена.

В проточных системах высокая вязкость наножидкостей увеличивает гидравлическое сопротивление, снижает КПД теплообмена и повышает энергопотребление насосов. Кроме того, высокая концентрация наночастиц приводит к агломерации и осадкообразованию, что может засорять теплообменники и выводить систему из строя.

Несмотря на потенциал наножидкостей в улучшении теплообмена, их применение в ядерной энергетике требует дальнейших исследований, направленных на снижение вязкости, стабилизацию суспензии и предотвращение осадкообразования. Это критично для повышения надежности и эффективности теплотехнических систем

**Литература**

1. Рудяк В. Я. Современное состояние исследований вязкости наножидкостей //Вестник новосибирского государственного университета. Серия: Физика. 2015.Т.10. №. 1.С. 5-22.

2. Морозова М.А. Теплопроводность и вязкость наножидкостей: диссертация канд. физ.-мат. наук: 01.04.14 / Морозова Марина Анатольевна; ИТ СО РАН, 2019.-103 с.