

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ СКОРОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ НАКИПИ НА АЛЮМИНИИ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО СТРУКТУРИРОВАНИЯ

Михалевич М.А. (ИТМО), Давыдова Е.А. (ИТМО), Филатов И.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук Романова Г.В.
(ИТМО)

Введение. Проблема накипи в современной индустрии носит достаточно массовый характер, она охватывает различные отрасли как промышленности, так и бытовой жизни, например, в России по данным 2019 года функционирует более 200.000 промышленных теплообменников [1], затраты на очистку которых составляют от 1-2 млрд. руб в год. Образование обильного слоя нароста повышает риск выхода из строя любого трубопроводного оборудования за счет снижения пропускной способности изделия и повышения в нем давления [2]. На данный момент с накипью борются несколькими способами, основные из них - механические чистки [3], которые являются крайне трудозатратными и требуют постоянного разбора системы. Также существуют различные ингибиторы и примеси [4], добавляющиеся в жидкость, которые делают ее непригодной для использования людьми. В свою очередь лазерная обработка является превентивной, экологически чистой и одноэтапной мерой.

Основная часть. Скоростью отложения минералогических соединений можно управлять посредством изменения параметров шероховатости и поверхностной энергии подложки [5]. Цель данного исследования - исследование возможности снижения скорости образования слоя накипи на алюминии с помощью лазерного структурирования. Для достижения поставленной задачи использовалось следующее оборудование: лазерный комплекс "МиниМаркер 2", работающий на волоконном итербиевом импульсном лазерном источнике, длиной волны 1064 нм, оптический микроскоп Zeiss, контактный профилометр, весы (HR-250az) для контроля массы образцов в ходе эксперимента и количественной оценки слоя минералогического отложения, датчик определения жесткости TDS & EC для контроля состояния среды проведения эксперимента. Контактный угол смачивания поверхности оценен с помощью метода лежащей капли.

Создание супергидрофобных подложек осуществлялось с помощью лазерного структурирования: на поверхность алюминия был нанесен микрорельеф, состоящий из массива ортогональных канавок, геометрические характеристики рельефа определены с помощью модели прогнозирования контактного угла смачивания. После чего образцы были подвержены химической гидрофобизации: раствор состоит из диметилсульфоксида, дистиллированной воды и стеариновой кислоты [6]. Образцы выдерживали в данном растворе при температуре 30-40°С в течении 15-20 минут, после чего подложки высушивали на воздухе при нормальных условиях. Агрессивный раствор водной среды с повышенной жесткостью был изготовлен посредством растворения хлорида кальция в дистиллированной воде. Затем гидрофобные, гидрофильные и необработанные образцы погружались в агрессивный раствор с периодическим контролем их массы и контактных углов смачивания.

Выводы. Исследовано влияние лазерного структурирования с определенными геометрическими характеристиками записанных структур на степень смачиваемости поверхности. Также исследована динамика изменения количества образовавшегося слоя минералогических отложений на образцах с различной обработкой в течение продолжительного времени нахождения подложек в агрессивном водном растворе.

Работы выполнены в рамках Федеральной программы академического лидерства "Приоритет-2030".

Список литературы

1. Елистратова Ю. В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ. – 2022.
2. Teng K. H. et al. Retardation of heat exchanger surfaces mineral fouling by water-based diethylenetriamine pentaacetate-treated CNT nanofluids //Applied Thermal Engineering. – 2017. – Т. 110. – С. 495-503.
3. Gridnevskii S. G. et al. Cleaning mineral deposits from large-diameter pipes //Metallurgist. – 1988. – Т. 32. – №. 7. – С. 251-253.
4. Arinaitwe E., Pawlik M. Dilute solution properties of carboxymethyl celluloses of various molecular weights and degrees of substitution //Carbohydrate polymers. – 2014. – Т. 99. – С. 423-431.
5. Mousavi S. M. A., Pitchumani R. Mineral scaling on brass and aluminum surfaces with a range of wettability //Surfaces and Interfaces. – 2022. – Т. 34. – С. 102379.
6. Бессонова К. А. и др. ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЯ СТЕАРИНОВОЙ КИСЛОТОЙ //Успехи в химии и химической технологии. – 2019. – Т. 33. – №. 3 (213). – С. 7-9.