

УДК 544.032.65

Снижение образования накипи на металлах с помощью лазерной обработки с применением алгоритмов, автоматизирующих подбор технологических режимов

**Михаевич М.А. (ИТМО), Петрова В.Р. (ИТМО), Гришина А.И. (ИТМО),
Кохановский А.Ю. (ИТМО)**

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

Введение. Образование сульфатных и карбонатных минеральных отложений, распространенное во многих природных и промышленных системах, может оказывать пагубное воздействие как на водные, так и на энергетические промышленные процессы, особенно на мембранное опреснение[1], подземную добычу нефти[2] и теплообменные комплексы[3]. Выделяют несколько методов борьбы с образованием минерального отложения: ингибирование рабочей жидкости[4], механические чистки и промывки[5], методы снижения степени взаимодействия рабочей жидкости с поверхностью[6]. Однако вышеупомянутые методы или являются неэкологичными и неизносостойкими, или требуют периодической полной разборки устройства для устранения накипи.

Основная часть. В данной работе исследована возможность снижения минеральных отложений на нержавеющей стали AISI 430 и дюралюминии АМцМ с помощью формирования микроструктур посредством наносекундного лазерного излучения. Лазерная обработка производилась волоконным иттербиевым источником с центральной длиной волны 1064 нм и сканирующей системой на основе предобъективных гальванометрических сканаторов. Были протестированы структуры с различной плотностью лазерных треков и различной площадью необработанной поверхности соответственно. Степень защиты от накипи исследовалась путем выдержки образцов в растворе дистиллированной воды с добавлением CaCl_2 в концентрации 940 мг/л. С целью оптимизации процесса создания микроструктур с установленными геометрическими параметрами был разработан алгоритм сегментации микрофотографий и обработки результатов профилометрии, реализованные на Python. Также создана архитектура базы данных для унификации технологических режимов лазерной обработки при формировании различной геометрии на поверхности металлических сплавов.

Выводы. Представлена первая версия алгоритма и проведена сегментация микрофотографий с добавлением их в базу данных. На основании созданной выборки режимов была проведена оценка степени защиты поверхности от минеральных отложений в зависимости от размера необработанной области металла после лазерного структурирования.

Финансирование исследования выполнено за счет НИРСИИ Университета ИТМО (проект №640114 Метод синтеза параметров обработки материалов на основе строгих (математических) и нестрогих (машинных) предсказаний).

Список литературы

1. Ong C. S. et al. Nanomaterials for biofouling and scaling mitigation of thin film composite membrane: A review //Desalination. – 2016. – Т. 393. – С. 2-15.

2. Olajire A. A. A review of oilfield scale management technology for oil and gas production //Journal of petroleum science and engineering. – 2015. – T. 135. – C. 723-737.
3. Berce J. et al. A review of crystallization fouling in heat exchangers //Processes. – 2021. – T. 9. – №. 8. – C. 1356.
4. Martínez Moya S., Boluda Botella N. Review of techniques to reduce and prevent carbonate scale. Prospecting in water treatment by magnetism and electromagnetism //Water. – 2021. – T. 13. – №. 17. – C. 2365.
5. Gridnevskii S. G. et al. Cleaning mineral deposits from large-diameter pipes //Metallurgist. – 1988. – T. 32. – №. 7. – C. 251-253.
6. Singh V. et al. Precision covalent organic frameworks for surface nucleation control //Advanced Materials. – 2023. – T. 35. – №. 38. – C. 2302466.