

ОБРАБОТКА ДАННЫХ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ МЕТОДО ТОПОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ. ИЗУЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ

Бурдуленко О.В. (Университет ИТМО)

Научные руководители – к.х.н. Уласевич С.А. (Университет ИТМО)

– к.х.н., профессор Скорб Е. В. (Университет ИТМО)

Введение. Шероховатость поверхности влияет на различные свойства материалов, включая адгезию твердых и жидких веществ, смачивание, трение и износ. Несмотря на то что обычно шероховатость поверхности оценивают и характеризуют количественно, не существует ни одного параметра, который мог бы полностью описать её.

Топологический анализ данных (ТАД) – новый и перспективный способ обработки информации, который может быть использован для изучения шероховатостей.

Такой метод уже активно используется в различных отраслях, таких как космология, климатология, медицина, биология, материаловедение и т. д. Однако ещё ни разу ТАД не применялся для изучения трибологии.

Целью работы стало изучение потенциала ТАД, поиск аналогичных структур в данных о шероховатости, полученных при помощи атомно-силовой микроскопии (АСМ), и сравнение их с соответствующими более традиционными параметрами шероховатости.

Основная часть. В этой работе изучались образцы, подверженные сонохимической обработке в растворе полиэлектролита (полистиролсульфоната), в ходе которой наблюдался несимметричный коллапс кавитационных пузырей вблизи поверхности металла. Для изменения шероховатости поверхности образца варьировалась ионная сила раствора (концентрация NaCl), в котором производилась обработка, и изменялась молярная масса полиэлектролита.

Были получены баркоды, диаграммы постоянства и автокорреляционная функция. В этих данных возможно проследить зависимости топологических инвариантов первого, второго, третьего порядков от шероховатости поверхности образцов. Впоследствии, если построить базу данных баркодов, то можно будет, судя по ним, сказать в каком растворе полиэлектролита производилась сонохимическая обработка.

Выводы. В ходе работы была изучена микро- и наноразмерная шероховатость поверхностей металлических образцов. Эти параметры дают ценную информацию о свойствах шероховатости, выходящих за рамки традиционных количественных характеристик шероховатости поверхности.

Список использованных источников:

1. Zhukov, M., Hasan, M. S., Nesterov, P., Sabbouh, M., Burdulenko, O., Skorb, E. V., & Nosonovsky, M. (2021). Topological Data Analysis of Nanoscale Roughness in Brass Samples. *ACS Applied Materials & Interfaces*.
2. Hasan, M. S., & Nosonovsky, M. (2021). Topological data analysis for friction modeling. *EPL (Europhysics Letters)*, 135(5), 56001.
3. Skorb, E. V., & Moehwald, H. (2016). Ultrasonic approach for surface nanostructuring. *Ultrasonics sonochemistry*, 29, 589-603.
4. Offroy, M., & Duponchel, L. (2016). Topological data analysis: A promising big data exploration tool in biology, analytical chemistry and physical chemistry. *Analytica chimica acta*, 910, 1-11.

5. Krishan, K., Kurtuldu, H., Schatz, M. F., Gameiro, M., Mischaikow, K., & Madruga, S. (2007). Homology and symmetry breaking in Rayleigh-Bénard convection: Experiments and simulations. *Physics of Fluids*, 19(11), 117105.
6. Atienza, N., González-Díaz, R., & Soriano-Trigueros, M. (2020). On the stability of persistent entropy and new summary functions for topological data analysis. *Pattern Recognition*, 107, 107509.
7. Chazal, F., Glisse, M., Labrière, C., & Michel, B. (2014, January). Convergence rates for persistence diagram estimation in topological data analysis. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 163-171). PMLR.
8. Андрианов, Д. Е., Еремеев, С. В., Ковалев, Ю. А., & Титов, Д. В. (2021). Методы обработки пространственных структур на спутниковых изображениях. *Известия высших учебных заведений. Приборостроение*, 64(1).