

УДК 544.773

ПРИРОДНЫЕ ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ: ИССЛЕДОВАНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ СТРУКТУР, ОБРАЗУЕМЫХ МАКРОМОЛЕКУЛАМИ ГУММИАРАБИКА И ТАНИНОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Казанцева Дарья Антоновна

*Студент 1 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Ю.В. Панфилов,
доктор технических наук, зав. кафедрой «Электронные технологии в
машиностроении»*

Металлические объекты различных отраслей промышленности в процессе эксплуатации подвергаются сильным коррозионным процессам, приводящим к отказам оборудования и к дополнительным затратам на техническое обслуживание. Именно поэтому разработка инновационных технологий замедления коррозионных процессов очень важна. Самым осуществляемым и экономичным решением этой проблемы является формирование покрытий, обладающих противокоррозионными свойствами за счет применения ингибиторов коррозии. В последнее время получили развитие способы экологически безопасной защитной противокоррозионной обработки поверхностей на основе использования нетоксичных материалов, относящихся к средствам «зеленой химии». Показано, что ингибирующими свойствами могут обладать многие природные вещества, такие, как натуральные смолы, выделяемые деревьями, а также экстрагируемые из различных частей растений высокомолекулярные соединения [1,2]. Ингибирующий эффект воздействия таких соединений обусловлен их способностью к образованию защитного слоя на поверхности металла. В частности, гуммиарабик, обладающий замечательными свойствами эмульгирования, загущения, связывания и стабилизации в сочетании с низкой стоимостью, высокой растворимостью и низкой вязкостью, демонстрируют высокую эффективность ингибирования стальных поверхностей при достаточно низких концентрациях во многих агрессивных средах. Кроме того, особое место среди природных веществ, защищающих металлы от коррозии, занимают полифенолы, в частности, танины, - особые органические соединения с фенольными группами в составе их биомакромолекул. Защитное действие танинов основано на способности образовывать с двух- и трехвалентными ионами металлов прочные комплексные соединения, которые, адсорбируясь на поверхности металла, создают протективную сетку таннат, препятствующую разрушению металлических поверхностей [3]. Поэтому дубильные вещества (танины) считаются одними из лучших природных ингибиторов для железа и стали.

В целях разработки экологически безопасных технологий антикоррозионного воздействия было рассмотрено ассоциативное поведение указанных природных ингибиторов в водных растворах. Гуммиарабик (выделяемая деревьями защитная смола) представляет собой сложное структурное образование [4] состоящее из разветвленных полисахаридных цепей, частично связанных в белково-полисахаридные комплексы. Изучение размеров структур, возникающих в водных растворах с различными концентрациями биологически активных веществ, проводилось методом динамического светорассеяния (ДС) с помощью многоуглового анализатора размеров частиц DLS Photocor Complex (Photocor, Russian Federation), оборудованного гелий-

неоновым лазером ($\lambda = 632.8$ nm). Результаты измерений размеров частиц гуммиарабика (GA), присутствующих в растворах при двух различных концентрациях, представлены на рис. 1а и 1б. Несмотря на то, что в водной среде одиночные молекулы гуммиарабика образуют глобулы размером 7-15 нм [4], в растворе присутствуют два вида ассоциатов, с размерами около 200 нм и около 2 мкм.

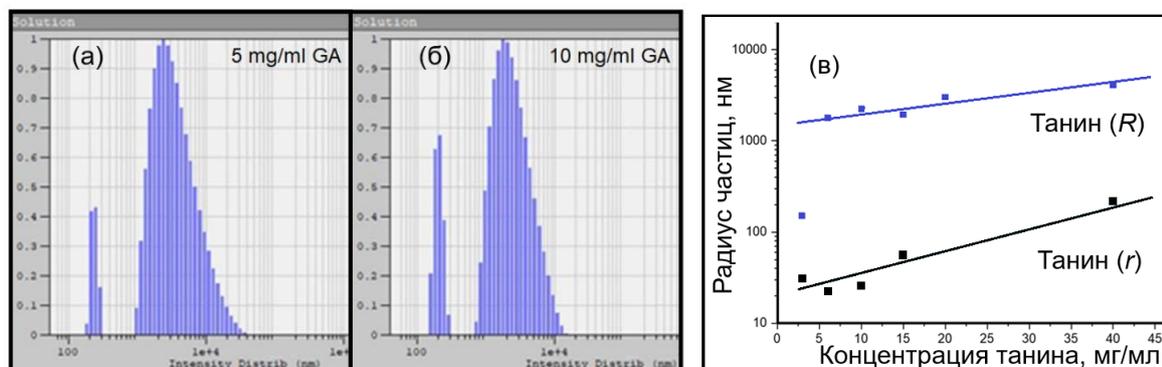


Рис. 1. Результаты измерений размеров частиц, присутствующих в водных растворах при различных концентрациях гуммиарабика (а) и (б) и танинов (с)

Аналогичная картина соответствует более плоским молекулам танина, склонным к ассоциации в плоскости и к объединению в стопки плоских структур. Размеры наблюдаемых ассоциатов (рис. 1с) варьируются вблизи нескольких десятков нанометров и около нескольких микрометров, возрастая по мере увеличения концентрации танинов в растворе.

Итак, рассмотренные биологически активные вещества проявляют склонность к образованию ассоциатов из одиночных молекул, которые, в свою очередь, образуют большие пространственные агрегаты. Вышесказанное приводит к выводу, что именно их склонность к образованию комплексов как между собой, так и с ионами металлов поверхностей лежит в основе ингибирующих свойств данных природных соединений.

Литература

1. Timothy U.J., et al. An appraisal of the utilization of natural gums as corrosion inhibitors: Prospects, challenges, and future perspectives // IJBM. – 2023, V. 253. – № 126904.
2. Chauhan D.S., et al. Green corrosion inhibitors based on biomacromolecules and macrocycles: A review // Sustain. Chem. Pharm. – 2023, V. 36. – № 101295.
3. Sesia, R. et al. Natural Polyphenols and the Corrosion Protection of Steel: Recent Advances and Future Perspectives for Green and Promising Strategies. Metals 2023, 13, 1070.
4. Zueva, O.S.; Klimovitskaya, M.A.; Skvortsova, P.V.; Khair, T.; Kazantseva, D.A.; Abakumova, Y.; Gromova, N.R. Supramolecular Structure and Complexation of Gum Arabic in Aqueous Solutions: What Determines Its Protective Functions in Nature and Technologies? // Macromol. – 2025, V. 5 – № 49.