

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННО-ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ «ЗЕЛЕННОГО» ИНГИБИТОРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ pH СРЕДЫ

Г. Р. ГУРБАНОВ, ZHANG Yu Xin

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
Баку, Азербайджан*

В настоящее время, как в развитых странах нефтяной промышленности, так и в Азербайджане, многочисленные исследования коррозии внутренней поверхности трубопроводов внутри месторождений показали, что существующие методы защиты от воздействия разрушающих газовых, жидких, биологических и твердых сред недостаточны. Именно по этой причине потери металла в указанных областях с каждым годом увеличиваются, а экономический ущерб мировой экономике вследствие внутренней коррозии оценивается в миллиарды долларов ежегодно. Следует отметить, что хотя трубопроводы внутри месторождений, изготовленные из различных марок стали, обладают высокой механической прочностью, они недостаточно устойчивы к агрессивным электрохимическим коррозионным средам. [1–3]. Одной из основных причин этого является многофазность жидкости, извлекаемой из нефтяных скважин. Так, пластовые воды, выделяемые вместе с нефтью, являясь сильными электролитами, создают благоприятные условия для интенсивного протекания электрохимической коррозии на внутренней поверхности стальных трубопроводов внутри месторождений. Состав пластовых вод включает элементы, обладающие коррозионной агрессивностью, такие как сероводород, углеродистые, сернистые и кислородсодержащие соединения, а также растворенные или нерастворенные минеральные соли, что повышает агрессивность среды. С другой стороны, присутствие в такой среде различных бактерий, особенно сульфатредуцирующих бактерий (СРБ), дополнительно усиливает процесс и ускоряет скорость коррозии внутренней поверхности действующих трубопроводов. В результате нефтяная промышленность несет значительные экономические и экологические убытки. Следует подчеркнуть, что присутствие сульфатредуцирующих бактерий в агрессивных средах увеличивает ущерб от внутренней коррозии оборудования для мировой экономики. [4; 5]. Исследования показывают, что для поддержания постоянного пластового давления в нефтяных скважинах используются морская, пластовая и питьевая вода, при этом микроорганизмы, содержащиеся в этих водах, проникают в пласт. Одним из таких микроорганизмов являются сульфатредуцирующие бактерии (СРБ), которые проявляют коррозионную активность даже в бескислородной среде. Эти бактерии восстанавливают сульфаты до биогенного сероводорода, резко увеличивая электрохимическую агрессивность среды. СРБ отличаются своей разрушительной способностью, то есть высокой скоростью коррозии металлов. Наличие СРБ в составе пластовых вод приводит к повышению концентрации сероводорода в среде. По этой причине одним из наиболее распространенных методов защиты внутренней поверхности трубопроводов внутри месторождений является применение химических реагентов с бактерицидными и ингибирующими свойствами. [6–9]. Известно, что разнообразие состава пластовых вод и условия эксплуатации значительно влияют на агрессивность среды. Так, изменение условий эксплуатации резко увеличивает коррозионную агрессивность среды. Температура агрессивной среды, скорость движения жидкости и многие другие факторы влияют на эффективность использования ингибиторов. В этом контексте синтез новых многофункциональных и более эффективных ингибиторов, разработка композиций, их исследование и технологии применения имеют большое научное и практическое значение. Кроме того, внутренние поверхности трубопроводов внутри месторождений характеризуются

наличием центров с различной активностью, включая водородные. В агрессивных средах электрохимическая коррозия протекает быстрее в таких высокоактивных центрах, вызывая электрохимические реакции на внутренней поверхности трубопровода. Поэтому для предотвращения коррозии необходимо экранировать высокоактивные центры и изолировать их от окружающей среды. Для реализации этих задач требуются комплексные ингибиторы и композиции. В современный период, несмотря на широкие исследования процесса коррозии внутренней поверхности трубопроводов в агрессивных средах, изучение этой проблемы именно для трубопроводов внутри месторождений имеет большое практическое и экономическое значение. Наиболее эффективным методом увеличения срока службы трубопроводов внутри месторождений продолжает оставаться использование коррозионных ингибиторов, что и сегодня является актуальной задачей, имеющей важное значение с точки зрения требований времени.

Целью исследовательской работы является впервые изучение свойств защиты от коррозии природного происхождения реагента (зеленого ингибитора) в лабораторных условиях в средах с различными значениями pH.

Установлено, что скорость коррозии углеродистой стали существенно зависит как от кислотности среды (pH), так и от концентрации «зелёного» ингибитора. Повышение значения pH и увеличение дозировки ингибитора приводят к значительному снижению интенсивности коррозионного процесса.

Показано, что ингибитор обладает наибольшей эффективностью в слабощелочной среде (pH = 9), где формируется прочная адсорбционная защитная плёнка на поверхности металла, и скорость коррозии снижается до минимального уровня – 0,05 мм/год. Таким образом, оптимальное сочетание параметров среды и концентрации ингибитора обеспечивает выраженный синергетический эффект защиты стали от коррозии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mungwari, C.P., et al. (2024). *Phytochemicals as green and sustainable corrosion inhibitors: A review*. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666845924001946>.
2. Kermannezhad, K., et al. (2016). *Application of amine-functionalized MCM-41 as pH-responsive corrosion inhibitors*. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894716310750>.
3. Ibrahimi, B.E.L., et al. (2020). *The role of pH in corrosion inhibition of tin using the proline*. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9056173/>.
4. Santos, L.R.L., et al. (2022). *pH-triggered release of tannic acid as green corrosion inhibitor*. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352492822005918>.
5. Jero, D., et al. (2024). *Film-forming amines as corrosion inhibitors: A state-of-the-art review*. Nature. <https://www.nature.com/articles/s41529-024-00523-0>.
6. Fazal, B.R., et al. (2022). *A review of plant extracts as green corrosion inhibitors for CO₂ corrosion mitigation*. Nature. <https://www.nature.com/articles/s41529-021-00201-5>.
7. Zhao, F., et al. (2023). *An overview on the corrosion mechanisms and inhibition strategies in CO₂–amine systems*. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S138358662201646X>.
8. Casanova, L., et al. (2023). *Recent advances in the use of green corrosion inhibitors*. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10707076/>.
9. Li, W., et al. (2008). *pH and electrochemical responsive materials for corrosion control*. NASA. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20120003407/downloads/20120003407.pdf>.