

УДК 620.197.3

Е. С. Бондарь, аспирант

С. В. Ткаченко, канд. биол. наук

А. М. Демченко, д.фарм.н., профессор

О. И. Сизая*, д.т.н., профессор

КОРРОЗИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ МЕДИ И ХРОМИРОВАННОЙ СТАЛИ В СРЕДЕ С БАКТЕРИАЛЬНОЙ СУЛЬФАТРЕДУКЦИЕЙ

**Черниговский национальный педагогический университет имени Т.Г. Шевченко*

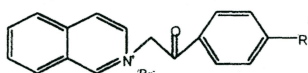
**Черниговский государственный технологический университет*

E-mail: syza@rambler.ru

В технологических процессах и системах часто используются среды с бактериальной сульфатредукцией, которые являются чрезвычайно агрессивными за счет накопления биогенного сероводорода – продукта функционирования сульфатвосстанавливающих бактерий (СВБ). Медь подвержена коррозии в таких средах, при этом микробиологический фактор для нее и, устойчивой в указанных средах, хромированной стали изучен не достаточно.

Цель работы – оценить скорость коррозии меди и хромированной стали в нейтральной среде с бактериальной сульфатредукцией, а также влияние на нее производных изохинолина с различной биоцидной активностью.

Биоцидные свойства производных изохинолина (получены с высоким выходом конденсацией изохинолина с α -бромкетонами в ацетоне) *I-III* с общей формулой, где



I – R=H, *II* – R=Cl, *III* – R= C (CH₃)₃

по отношению к СВБ изучали методом диффузии в агар и оценивали по диаметру зоны подавления роста микроорганизмов в питательной среде Постгейта "В" (ПСР).

Коррозионное поведение образцов меди и хромированной стали (пластины, 4,8 см²) исследовалось гравиметрическим методом в герметических сосудах, заполненных водно-солевой средой Постгейта "В" с СВБ (пятисуточная культура с начальным титром 10⁸ кл/мл). Время испытаний – 240 часов, концентрация веществ – 3,5 ммоль/л. Методом предельных 10-кратных разведений определяли численность СВБ, которые за время эксперимента прикрепилась к металлической поверхности. Бактерии с металлической поверхности снимали с помощью ультразвука частотой 25 кГц на приборе УЗМ-003/н. Концентрацию накопленного сероводорода оценивали методом йодометрического титрования. Эффективные заряды на атомах молекул соединений *I-III* рассчитывали с помощью компьютерной программы ChemOffice (Cambride Soft) по методу MNDO-PM 3.

Установлено, что в среде с бактериальной сульфатредукцией медь корродирует со скоростью 6,81·10⁻⁶ мм/год (табл.1), а хромированная сталь остается устойчивой. Коррозии меди способствует повышение агрессивности среды в результате накопления сероводорода – основного продукта жизнедеятельности СВБ, концентрация которого к концу эксперимента составила 283 мг/л. При этом на поверхности и меди, и хромированной стали выявлены прикрепленные СВБ в количестве 6·10³ и 6·10⁴ кл/см² соответственно.

Введение в коррозионную среду производных изохинолина влияет на скорость коррозии исследованных металлов. В случае меди вещества *I* и *II* ускоряют коррозионный процесс в 2,17 и 2,38 раза, а *III* проявляет защитный эффект – 75%. Установленное действие исследованных изохинолинов на коррозию меди объясняется их влиянием на процесс сульфатредукции планктонных СВБ, активность и количество прикрепленных к металлической поверхности микроорганизмов. Так вещество *I*, являясь слабым биоцидом, угнетает жизнедеятельность СВБ: накопление сероводорода

за счет функционирования планктонных бактерий снижается по сравнению с контролем на 19,8% (табл.). СВБ обнаруживаются на поверхности меди, при этом они проявляют вероятно большую активность, чем в среде без ингибитора, и инициируют процесс биокоррозии.

Вещество *II* не проявляет биоцидного действия на СВБ, что способствует усилению их сульфатредукции на 13,1%. На поверхности меди обнаруживается на порядок больше прикрепленных бактерий, чем в случае действия вещества *I*, что так же ускоряет коррозионный процесс.

Таблица

Микробиологические показатели коррозии меди и хромированной стали в среде с бактериальной сульфатредукцией в присутствии производных изохинолина

Коррозионная среда	Медь		Хромированная сталь	
	Накопление H_2S , мг/л	Количество СВБ, кл/см ²	Накопление H_2S , мг/л	Количество СВБ, кл/см ²
ПСП + СВБ	283	$6 \cdot 10^3$	283	$6 \cdot 10^4$
ПСП + СВБ + <i>I</i>	227	$6 \cdot 10^1$	227	$6 \cdot 10^3$
ПСП + СВБ + <i>II</i>	320	$6 \cdot 10^2$	340	$6 \cdot 10^2$
ПСП + СВБ + <i>III</i>	170	не зафиксированы	255	не зафиксированы

Производное изохинолина *III* с достаточным биоцидным действием угнетает жизнедеятельность планктонных СВБ, что снижает сульфатредукцию на 39,9%. Прикрепленных к поверхности меди бактерий при действии этого вещества не обнаружено, что и обеспечивает его защитное действие.

Биоцидное действие исследованных производных изохинолина, которое обусловлено способностью молекулы адсорбироваться на отрицательно заряженной поверхности бактериальной клетки, согласуется с величиной зарядов. Производное *III* характеризуется наименьшим отрицательным зарядом на бензольном ядре, что приводит к минимальному отталкиванию при электростатическом взаимодействии поверхности клетки и положительно заряженного атома азота гетероцикла.

Установлено, что усиление агрессивности среды за счет процесса сульфатредукции СВБ при введении в коррозионную среду добавок может понижать устойчивость и хромированной стали. Так, скорость коррозии при концентрации вещества *II* 3,5 ммоль/л составила 1,7 мг/(м²·час).

Таким образом, к поверхности меди и хромированной стали в среде с бактериальной сульфатредукцией могут прикрепляться сульфатвосстанавливающие бактерии. Регуляторами их активности являются производные изохинолина. При этом изохинолин с хлорзамещенным арильным радикалом не обладает биоцидным действием, усиливает сульфатредукцию, скорость биокоррозии меди и хромированной стали. Изохинолин с алкильным (третбутил-) заместителем в бензольном ядре обладает биоцидным действием, угнетает процесс сульфатредукции, препятствует прикреплению бактерий на поверхность и снижает скорость биокоррозии меди.