

ЖЕЛЕЗООКИСЛЯЮЩИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ КАК ФАКТОР КОРРОЗИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Г.Г. Няникова¹, К.К. Лебедева¹, И.М. Царовцева²

¹Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Россия ²АО «ВНИИ гидротехники им. Б.Е. Веденеева», Санкт-Петербург, Россия

Гидротехнические сооружения значительно подвержены коррозионным процессам, следствием которых является снижение их прочности и долговечности [1]. Железоокисляющие микроорганизмы вносят свой вклад в коррозию конструкционных материалов [2]. Механизм коррозии определяется совокупностью физико-химических и микробиологических процессов.

Целью данного исследования было выделение из проб воды и грунта, отобранных вблизи комплекса защитных сооружений (Балтийское море) и образцов конструкционных материалов, экспонированных в течение полугода в натуральных условиях на Кислогубской ПЭС (Баренцево море) штаммов микроорганизмов, окисляющих железо, и изучение их коррозионной активности.

По результатам метагеномного анализа проб воды и донного осадка обнаружено большое количество некультивируемых видов железобактерий. Для выделения железоокисляющих микроорганизмов в накопительную, а затем в чистую культуру использовали питательную среду состава: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,5 г, NaNO_3 – 0,5 г, K_2HPO_4 – 0,5 г, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5 г, лимонная кислота – 10,0 г, сахара – 2,0 г, триптон – 1,0 г, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 5,9 г, вода дистиллированная – 1 л (Захарова, 2007); рН=6,8. Для приготовления плотных сред к жидкой среде добавляли агар-агар в количестве 20 г./л. Данная селективная среда позволяет выделить окисляющие железо микроорганизмы, способные к хемоорганогетеротрофному типу питания.

Культивирование проводили поверхностным и глубинным способами от трех суток до двух недель. Проводили микроскопирование клеток; определяли морфологию колоний; отношение к кислороду методом укола в столбики агаризованной среды. Для определения отношения бактерий к температуре культивирование проводили при +4, +28, +37 и +45 °С.

Были выделены штаммы бактерий *Siderococcus* sp. – мелкие кокки одиночные или формирующие скопления, вокруг клеток видны отложения железа в виде желто-оранжевой корочки, мезофилы, аэробы. Бактерии *Bacillus cereus* – грамположительные палочки, спорообразующие, мезофилы, микроаэрофилы. Бактерии *Naumaniella* sp. – мелкие палочковидные или эллипсоидные, окруженные капсулой с осажденными оксидами железа, мезофилы, аэробы. Бактерии *Pseudomonas fluorescens* – граммотрицательные изогнутые палочки, одиночные или в цепочках, мезофилы, аэробы.

Коррозионную активность микроорганизмов изучали на модельных пластинах. В чашки размером 24x24 см заливали селективную среду, засеивали культуру железоокисляющих бактерий и на поверхности среды размещали пластины из конструкционной стали. Чашки хранили при комнатной температуре в темном месте. Наблюдение вели в течение 1 года. Коррозионный процесс был замечен спустя четыре недели, через полгода был ярко выражен. При экспонировании образцов стали и алюминия в жидкой среде, инокулированной бактериями *Siderococcus* sp., отмечено увеличение рН среды, что объясняется образованием $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Масса образцов из алюминиевого сплава не изменилась. Образцы из стали покрылись ржаво-коричневым налетом и наблюдалось незначительное снижение их массы.

Работа проведена в рамках выполнения проекта РФФИ № 18–29–05031/19 мк.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роль биофактора в коррозии металлических и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений / Л.Э. Беллендир [и др.] // Авиационные материалы и технологии. 2015. № 1. С. 61–66.
2. Соколова Т.С., Воложенинова Е.А. Коррозия стали под воздействием железобактерий и методы защиты от нее // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2012. № 14. С. 187–192.