УДК 579.66

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ БИОГЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ СУЛЬФИДА КАДМИЯ НА МОДЕЛИ ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ МЕТИЛЕНОВОГО СИНЕГО**В.С. Кулигин^{1,2}, О.А. Журавлева^{1,2}, Т.А. Воейкова^{1,2}, В.Г. Дебабов^{1,2}**¹ НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия² НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИгенетика, Москва, Россия

Во всем мире значительные объемы промышленных сточных вод, содержащих органические загрязняющие вещества, сбрасываются в окружающую среду. Отмечается, что даже малые концентрации красителей, таких как метиленовый синий (МС), оказывают токсичное воздействие на все виды живых организмов. Данные красители устойчивы к биодegradации и периоды их полураспада под воздействием солнечного света превышают 2000 ч.

В настоящее время все большее развитие получает фотокаталитическая деградация загрязняющих веществ под действием УФ излучения в присутствии наночастиц (НЧ). Выбор в пользу нанообъектов объясняется их более высоким соотношением поверхности к объему и, как следствие, большей площадью контакта фотокаталитической реакции по сравнению с поликристаллическими материалами. Механизм фотокатализа исследован, в частности, на примере полупроводниковых НЧ сульфида кадмия (NPsCdS). Биогенные NPsCdS, полученные простым и дешевым методом микробного синтеза, могут быть использованы в фотокатализе наряду с НЧ CdS, полученными традиционными физико-химическими способами.

Для биосинтеза NPsCdS был использован бактериальный штамм *B. subtilis* 168 (№ В-7360) из Национального биоресурсного центра ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт» – ГосНИИгенетика. НЧ получали из культуральной жидкости штамма в присутствии $\text{Na}_2\text{S} \times 9\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$ в соответствии с ранее опубликованной нами методикой биосинтеза НЧ сульфидов металлов [1]. Растворы МС различных концентраций готовили с использованием деионизированной воды Milli Q. В раствор МС вносили NPsCdS до достижения искомой концентрации. Полученную смесь в чашках Петри облучали в течение 3 ч УФ-светом лампы Вуда (ОЛДД-1, Россия) мощностью 9 Вт и длиной волны 365 нм, установленной на высоте 30 см от объекта. Контрольные образцы раствора МС не содержали NPsCdS и были облучены УФ-светом в том же режиме.

Показано влияние концентрации МС (25 ppm и 50 ppm) на эффективность обесцвечивания (ЭО) раствора красителя при концентрации NPsCdS, составляющей 0,7 мг/мл. ЭО растворов МС 25 ppm и 50 ppm составляла $17,8 \pm 0,4$ % и $14,6 \pm 0,4$ %, соответственно. Установлено, что реальная доля красителя, которая обесцвечивается в результате фотокаталитического процесса, в 1,66 раз больше при концентрации МС 50 ppm, чем при 25 ppm. Таким образом, увеличение концентрации МС приводит к разложению большего количества красителя, однако нет прямой корреляции между концентрацией МС и ЭО раствора МС. Продемонстрировано влияние концентрации NPsCdS – 0,7; 0,35; 0,17 мг/мл на ЭО раствора МС, составляющее $13,3 \pm 0,3$ %; $7,8 \pm 0,7$ %; $5,8 \pm 0,3$ %, соответственно. Такой результат может быть объяснен увеличением количества реакционных центров и образованием большего количества свободных радикалов при повышении концентрации наночастиц.

Установлено, что при увеличении толщины слоя раствора МС, в отсутствие НЧ происходит уменьшение интенсивности УФ-света вследствие поглощения молекулами МС, при этом процент деградации красителя снижается. Наличие НЧ в исследуемой концентрации в растворе МС не приводит к дополнительному ослаблению интенсивности УФ-света, фотокаталитическая активность NPsCdS одинакова в слоях различной величины.

Установлена фотостабильность NPsCdS и возможность трехкратного использования НЧ для деколоризации красителя, что является важным аспектом для практического применения фотонанокатализаторов биогенного происхождения в процессах очистки окрашенных производственных стоков воды.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-04-00088.