

УДК 579.63

Студ. Е.С. Салов

Науч. рук. ассист. Д.С. Сергиевич (кафедра биотехнологии, БГТУ);  
асп. А. В. Пянко (кафедра ХТЭХП и МЭТ, БГТУ)

**ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ  
ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ  
НА ОСНОВЕ Sn-Ni-TiO<sub>2</sub>**

В настоящее время остро стоит проблема наделения антибактериальными свойствами поверхностей общего доступа в местах массового скопления людей, таких как больницы, школы, гостиницы, общественный транспорт и т.д. Это имеет решающее значение при распространении вирусных заболеваний или эпидемий, передающихся бактериями. Установлено, что 15% этих инфекций происходят из-за передачи бактерий через предметы общего назначения, таких как: поручни, ручки дверей и т.д. [1] Таким образом, создание самоочищающегося композиционного покрытия с антибактериальным эффектом позволит решить проблему дезинфицирования поверхностей общего пользования.

Принцип работы фотокатализатора заключается в следующем: при поглощении кванта света с энергией более 3,2 эВ (ультрафиолет с длиной волны менее 390 нм) генерирует свободные носители зарядов – электроны и дырки, которые, выходя на поверхность TiO<sub>2</sub>, вступают в окислительно-восстановительные реакции с кислородом и парами воды из воздуха либо водой. В процессе этих реакций образуются сильные радикалы, которые являются очень сильным окислителем и взаимодействуют с микроорганизмами и различными органическими загрязнениями [2].

В качестве объектов исследования выступили металлические пластинки с нанесенным на них фотокаталитическим покрытием, содержащим 65% олова и 35% никеля (толщина покрытия 6 мкм). Для придания поверхности антибактериальных свойств сплаву олово-никель вводили наночастицы золя TiO<sub>2</sub>.

В качестве тест-культуры использовали санитарно-показательные, грамтрицательные бактерии *E. coli* ATCC 8739.

Для определения антимикробных свойств фотокаталитических покрытий на основе Sn-Ni-TiO<sub>2</sub> использовали метод, изложенный в ISO 27447:2009.



**Рисунок 1 – Фотографии поверхности образца без увеличения (слева), с увеличением  $\times 500$  (справа)**

Однако используя вышеописанную методику при постановке экспериментов, мы столкнулись с рядом проблем. Предоставленные образцы имели высокую пористость из-за чего клетки тест-бактерий плохо смывались с поверхности пластинок, что приводило к искажению получаемых результатов.

Для повышения эффективности смыва бактериальных клеток с поверхности пластинок, вносили в физиологический раствор детергент Твин 40. Оценку эффективности смыва и подбор концентрации детергента проводили путем высева промывных вод и последующим микроскопированием поверхности образца в отраженном свете.

В результате нам удалось подобрать оптимальную концентрацию детергента (концентрация 0,01%) и, таким образом, снизить количество адсорбированных в порах бактериальных клеток после смыва и тем самым снизить погрешность получаемых данных.

Главной проблемой при постановке эксперимента являлось отсутствие возможности регулировать интенсивность облучения образцов ультрафиолетовым светом, что приводило к низкой концентрации живых клеток на образце, тем самым, завышению антимикробных свойств самих образцов.

Для снижения погрешности, связанной с высокой интенсивностью УФ-излучения, решено провести серию экспериментов по определению степени воздействия ультрафиолета на клетки тест-бактерий. Для этого ночную культуру бактерий *E. coli* (концентрация живых клеток не менее  $10^6$  КОЕ/мл) в количестве 10 мл вносили в чашку Петри и облучали при интенсивности ультрафиолетового излучения  $\sim 0,01$  мВт/см<sup>2</sup>. Через определенные промежутки времени (20, 30, 40, 60 минут) производили отбор клеточной суспензии и высева ее методом Коха на питательный агар. Посевы инкубировали в течение суток, затем производили подсчет числа образовавшихся колоний. Результаты эксперимента представлены на графике (рисунок 2).

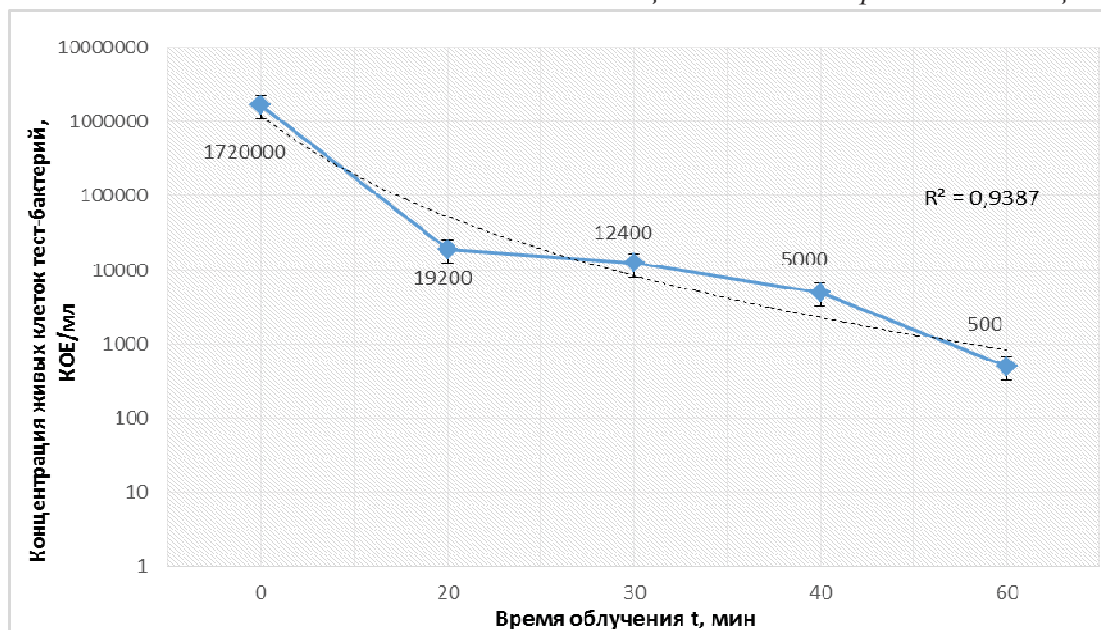


Рисунок 2 – Воздействие УФ-облучения на клетки *E. coli* ATCC 8739

Из графика, представленного на рисунке 2 следует, что спустя уже 20 минут облучения концентрация бактериальных клеток снижается на 2 порядка (с  $10^6$  до  $10^4$ ), а спустя 60 минут на 4 порядка (до  $10^2$ ). Исходя из этого можно сделать вывод о том, что облучение ультрафиолетом в течение 60 минут слишком сильно воздействует на бактериальные клетки, в связи с чем при постановке эксперимента по первоначальной методике не удавалось получить достоверные данные. Поэтому при проведении дальнейших исследований антимикробных свойств фотокаталитических покрытий, решено сократить время облучения до 30 минут.

Таким образом, в ходе исследования модифицированы метод проведения анализа антимикробных свойств фотокаталитических покрытий, удалось подобрать условия, способствующие повышению воспроизводимости результатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Технология производства печатных плат: учебное пособие // Капица М. С., Иванова Н. П., Жарский И. М. – Мн.: БГТУ, 2005. – 396 с.
2. Zhao Y., Li C., Liu X., Gu F., Jiang H., Shao W., Zhang L., He Y. Synthesis and optical properties of TiO<sub>2</sub> nanoparticles // Materials Letters, 2007. – V. 61.1. – P. 79–83.