

6. P.A. Ferre, et al. "The dependence of the electrical conductivity measured by time domain reflectometry on the water content of a sand", Water Resour. Res., 1998.

7. Барайшук, С.М., Павлович И.А. Снижение сопротивления заземляющих устройств применением обработки грунта неагрессивными к материалу заземлителя стабилизирующими влажностью добавками // Агропанорама, 2020, № 1 (137), С. 20–23.

8. Барайшук С.М. и др. Снижение сезонных колебаний сопротивления растеканию тока заземляющих устройств применением смесей для стабилизации влажности грунта. «ЭПОХА НАУКИ». – 2020. – №24 (2020).– С. 87–93.

Бобрович О.Г., к.ф.-м.н., доцент

УО «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Республика Беларусь

Барайшук С.М., к.ф.-м.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь

**СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ,
ФОРМИРУЕМОГО ВАКУУМНЫМ ОСАЖДЕНИЕМ
ТИТАНА, КОБАЛЬТА И МОЛИБДЕНА НА СТЕКЛО**

В данной работе изучали закономерности смачивания и топографию поверхности стекла модифицированного осаждением титана, кобальта и молибдена в условиях ассистирования ионами Ti^+ , Co^+ и Mo^+ , соответственно, с использованием импульсного ионного источника вакуумной электродуговой плазмы. Данный источник создает плазму вакуумного электродугового разряда, в которой одновременно генерируются положительные ионы и нейтральная фракция из материала электродов источника ионов [1]. Осаждение металлического (Ti, Co) покрытия на стекло в условиях ассистирования ускоренными ионами Ti^+ , Co^+ проводили при ускоряющем напряжении $U = 7$ кВ и потоках ионов $(2,5-9,9) \cdot 10^{16} Ti^+/cm^2$, $(2,7-10,8) \cdot 10^{16} Co^+/cm^2$. Осаждение молибдена проводили при ускоряющем напряжении $U = 10$ кВ для ассистирующих осаждение ионов Mo^+ и интегральных потоках $1,2 \cdot 10^{16} - 1,1 \cdot 10^{17} Mo^+/cm^2$, а также при отсутствии ускоряющего напряжения ($U = 0$ кВ) и времени модифицирования 3, 6, 9 ч.

Морфология поверхности исходных и модифицированных образцов изучалась, используя атомно-силовую микроскопию в контактном режиме (атомно-силовой микроскоп NT-206), а смачивание дистиллированной водой определяли по равновесному краевому углу Θ смачивания (РКУС). Для получения воспроизводимых результатов капли воды, наносимые на образцы, имели объем $V = (47,6 \pm 0,3) \cdot 10^{-3}$ мл. Погрешность в измерении РКУС составляла не более 2%.

Исходная поверхность стекла была гидрофильной ($\Theta = 18,9^\circ$). Увеличение времени модифицирования приводит к росту значений РКУС как при нанесении титана, так и при нанесении кобальта. Поверхность стекла становилась гидрофобной и значение РКУС увеличилось до $\Theta = 94,5^\circ$ (рисунок 1 а) при достижении значения потока ассистирующих ионов титана $9,9 \cdot 10^{16} \text{ Ti}^+/\text{см}^2$. При осаждении кобальта поверхность стекла становится гидрофобной уже при достижении значения потока ассистирующих ионов $8,1 \cdot 10^{16} \text{ Co}^+/\text{см}^2$.

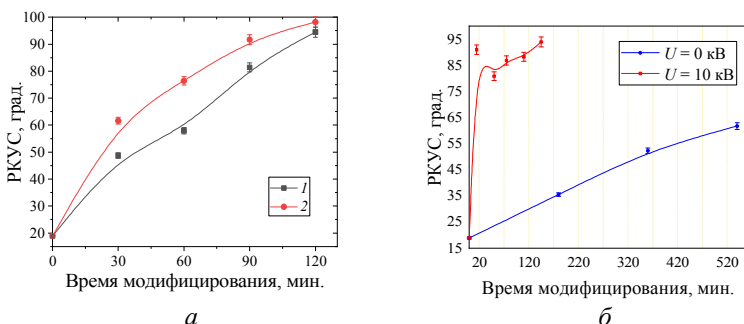


Рисунок 1 – Зависимость равновесного краевого угла смачивания дистиллированной водой поверхности стекла от времени модифицирования осаждением
а: 1 – титана; 2 – кобальта; б – молибдена

Для образцов, полученных осаждением молибдена при отсутствии ускоряющего напряжения, установлено, что осаждение пленки в течение 3 ч приводит к уменьшению значения средней шероховатости поверхности в 2,2 раза по сравнению с шероховатостью исходной стеклянной подложки, а при осаждении Мо в течение 6 и 9 ч – в 1,3 раза. При этом следует отметить, что значение РКУС возрастает с увеличением времени осаждения покрытия. В случае использования ускоряющего напряжения 10 кВ при ионно-ассистируемом

нанесении Мо покрытия средняя шероховатость при малом времени модифицирования также уменьшается в сравнение с шероховатостью ($R_a = 2,2$ нм) исходного стекла, как и в случае режима осаждения Мо покрытия при $U = 0$ кВ. Однако, при увеличении времени модифицирования стекла до 75 мин и выше, шероховатость увеличивается ($R_a = 2,7$ нм) и уже превышает шероховатость исходного стекла. Следовательно, образцы Мо-покрытие/стекло, полученные при наличии ускоряющего потенциала, отличаются от пленок молибдена, нанесенных на стекло в безпотенциальном режиме тем, что сформированная в отсутствие потенциала поверхность пленки Мо обладает меньшей шероховатостью.

Анализ значений РКУС поверхности стекла с осажденным Мо-покрытием обнаруживает уменьшение степени гидрофильности поверхности с увеличением времени нанесения покрытия и соответственно толщины пленок молибдена (рисунок 1 б). При этом, используя осаждение Мо-покрытия в отсутствие ускоряющего напряжения ($U = 0$ кВ) значение РКУС изменяется от $\theta = 35,5^\circ$ (при $t = 180$ мин) до $\theta = 61,7^\circ$ (при $t = 540$ мин), что существенно превышает РКУС поверхности исходного стекла ($\theta = 18,9^\circ$). Увеличение интегрального потока, асситируемых осаждение покрытия ионов, с $3,2 \cdot 10^{16}$ до $8,1 \cdot 10^{16}$ $\text{Mo}^+/\text{см}^2$ также приводит к росту степени гидрофильности поверхности, но в большей степени, чем в безпотенциальном режиме осаждения покрытия. Достижение интегрального потока ионов величины $11,0 \cdot 10^{16}$ $\text{Mo}^+/\text{см}^2$, приводит к тому, что поверхность системы Мо-покрытие/стекло становится гидрофобной и РКУС увеличивается до значения $\theta = 93,9^\circ$.

В результате проведенных исследований установлено, что на смачиваемость поверхности влияют условия осаждения покрытия, морфология поверхности (шероховатость поверхности), а также химический состав модифицированной поверхности. Полученные результаты демонстрируют возможность управления шероховатостью и смачиваемостью поверхности структур пленка/стеклянная подложка путем осаждения металлического покрытия на стекло разными интегральными потоками ионов, формируя покрытия состав, которых перспективен в качестве создания тыльных контактов поглощающих слоев солнечных элементов [2].

Список использованных источников

1. Бобрович, О.Г. Морфология и свойства поверхности сплава АМг2М, модифицированного осаждением титана в условиях ионного ассистирования / О.Г. Бобрович, В.В. Яскельчик // Труды БГТУ. – №2 (224): Физ.-мат. науки и информатика. – 2019. – С. 113–117.

2. Морфология и смачиваемость поверхности структур пленка Мо, Al, Al+1ат.%Cr/стекло, сформированных ионно-ассистированным осаждением / Михалкович О.М. [и др] // Материалы 11-я Международная конференция «Взаимодействие излучений с твердым телом», Минск, Беларусь, 23–25 сентября 2015 г., Минск: Изд. центр БГУ, 2015. – С. 248–250.

**Королевич М.В., д.ф.-м.н., доцент, Андрианов В.М., д.ф.-м.н.
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

**СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНЫХ
МОНОСАХАРИДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО,
ТЕХНИЧЕСКОГО И МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Практически ценные свойства высокомолекулярных соединений, в частности, материалов на основе углеводов, в значительной степени определяются особенностями их физической структуры на молекулярном уровне – распределением определенных связей и структурных фрагментов молекул, их пространственной ориентацией, поворотной изомерией, системой внутри- и межмолекулярных взаимодействий. Именно эти тонкие детали строения молекулярных соединений наиболее отчетливо и избирательно проявляются в колебательных спектрах. Колебательный спектр в инфракрасной (ИК) области представляет собой своеобразную фотографию вещества, несет уникальную информацию о его строении и свойствах.

Исследования, связанные с изучением физической структуры и свойств производных моносахаридов и выработкой рекомендаций по их использованию в процессах получения промышленных изделий с требуемыми техническими характеристиками, немислимы без применения современных возможностей молекулярной спектроскопии. Методы молекулярного спектрального анализа позволяют без