

УДК 541.6; 54.057

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИПИРРОЛА,
ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

М. Д. СУШКЕВИЧ, Е. Г. ПЕТРОВА

Научный руководитель А. А. РОГАЧЕВ, д-р техн. наук, проф.,
чл.-кор. НАН БеларусиИнститут химии новых материалов НАН Беларуси
Минск, Беларусь

Материалы на основе проводящих полимеров, таких как полианилин, полипиррол и политиофен, находят широкое применение в производстве конденсаторов, батарей, электрохимических сенсоров и пр. [1]. К наиболее популярным методам получения проводящих полимеров относятся окислительная полимеризация в растворе и электрополимеризация. К недостаткам данных подходов относится сложность полного удаления растворителя, а также переноса сформированных слоев на функциональные поверхности. В отличие от растворных методов синтеза, полимеризация из газовой фазы позволяет наносить покрытия непосредственно на подложки любой природы, в том числе отличающиеся сложным рельефом.

В работе получали проводящие покрытия на основе полипиррола методом окислительной полимеризации из газовой фазы при атмосферном давлении и комнатной температуре на подложках из стекла и кремния. Раствор окислителя – хлорида железа (III) – с концентрациями $5,0 \cdot 10^{-3} \dots 50,0 \cdot 10^{-3}$ М в этаноле наносили на подложки и высушивали, после чего помещали в сосуд, содержащий насыщенные пары пиррола. Время полимеризации составляло 30 мин. Морфологию покрытий исследовали методом АСМ на микроскопе Solver P47 PRO. Вольт-амперные характеристики записывали при помощи измерителя иммитанса Е7-20.

На рис. 1 показана морфология покрытий полипиррола, соответствующих различным концентрациям окислителя. Видно, что за время эксперимента не произошло формирования сплошного однородного покрытия, а образовались только отдельные зародыши новой фазы. При этом рост концентрации окислителя способствует увеличению поверхностной плотности зародышей и их поперечного размера. На рис. 2 представлены вольт-амперные характеристики, позволяющие оценить влияние концентрации окислителя на электропроводящие свойства полипиррольных покрытий. Рост концентрации окислителя в интервале от $5,0 \cdot 10^{-4}$ до $7,5 \cdot 10^{-3}$ М сопровождается увеличением электропроводности покрытий. Это объясняется возрастанием количества как зародышей новой проводящей фазы, так и контактов между ними. Однако дальнейшее увеличение концентрации хлорида железа приводит к снижению электропроводности.

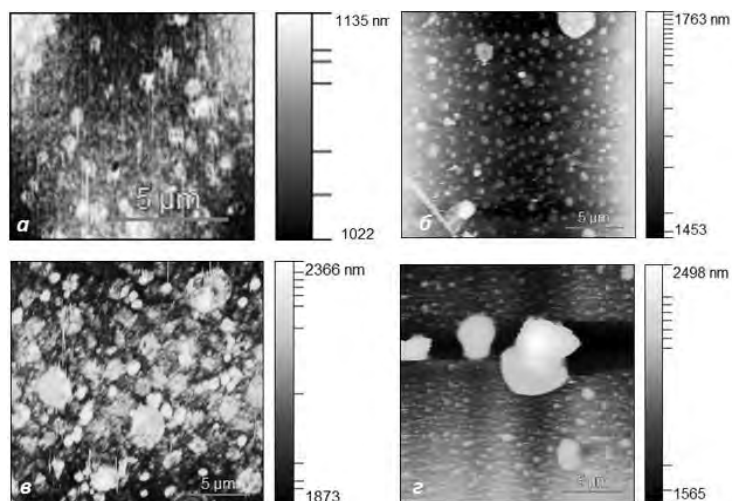


Рис. 1. АСМ-изображения полипиррола, полученного при концентрациях окислителя М: $5 \cdot 10^{-3}$ (а); $7,5 \cdot 10^{-3}$ (б); $1 \cdot 10^{-2}$ (в); $5 \cdot 10^{-2}$ (г)

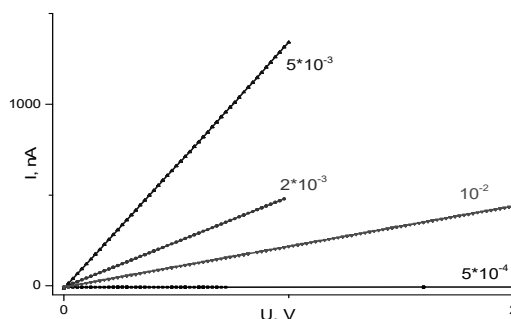


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики полипиррола, полученного при различных концентрациях окислителя

В [2] также отмечено нелинейное изменение электропроводности с повышением концентрации хлорида железа. Авторы статьи предполагают вероятность образования карбонильных дефектов за счет «переокисления» формирующегося полимера при высоких концентрациях окислителя, из-за чего нарушается система сопряжения в цепи полипиррола и, следовательно, процессы переноса заряда.

Таким образом, в работе предложен простой безрастворный способ получения электропроводящих покрытий на основе полипиррола на подложках различной природы и исследовано влияние концентрации окислителя на их морфологию и электропроводящие свойства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Namsheer, K.** Conducting polymers : a comprehensive review on recent advances in synthesis, properties and applications / K. Namsheer, R. Chandra Sekhar // RSC Adv. – 2021. – Vol. 11, № 10. – P. 5659–5697.

2. Synthesis and Characterization of Conductive Polypyrrole: The Influence of the Oxidants and Monomer on the Electrical, Thermal, and Morphological Properties / A. A. Yussuf, M. Al-Saleh, S. Al-Enezi, G. Abraham // International Journal of Polymer Science. – 2018. – Vol. 2018, iss. 1. – P. 1–8.