

УДК 539.23

ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ СЕНСОРЫ ВЛАЖНОСТИ НА ОСНОВЕ НАНОКОМПОЗИТНЫХ И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А. Д. ОСТАЛЬЦОВА, Т. Р. САЛИХОВ, Д. У. ФАХРИСЛАМОВА

Научный руководитель Р. Б. САЛИХОВ, д-р физ.-мат. наук, проф.

Уфимский университет науки и технологий

Уфа, Россия

В сфере нанотехнологий одной из наиболее востребованных областей исследований и разработок являются полимерные нанокомпозиты, охватывающие широкий спектр тем, включая наноэлектронику и полимерные биоматериалы. Полианилин (ПАНИ), известный проводящий полимер, рассматривается как перспективный кандидат для различных электронных устройств благодаря своей электропроводности, стабильности, устойчивости к воздействию внешней среды, простоте переработки и низкой стоимости сырья и синтеза. Полиэлектролитные комплексы (ПЭК) обладают уникальными возможностями для формирования наноструктур с распознающими свойствами, которые всё чаще используются в различных электрохимических сенсорах [1–3].

Для преобразования электрохимических свойств этих материалов в измеримый сигнал была разработана специальная конструкция резистивного сенсора (рис. 1).



Рис. 1. Структура тонкопленочных резистивных датчиков

Были созданы многослойные структуры на ситалловых и стеклянных подложках с алюминиевыми электродами толщиной 400...500 нм, между которыми (в зазоре 50 мкм) наносился чувствительный слой, либо пленка ПАНИ, либо композит ПЭК-УНТ. Такая конструкция обеспечила стабильный омический контакт и точную геометрию измерительной области, что является критически важным для получения достоверных результатов.

Данная оптимизированная конструкция позволила экспериментально подтвердить ключевые преимущества материалов и исследовать их отклик на

внешние воздействия. Как показано на рис. 2, были получены четкие зависимости электрических характеристик от условий окружающей среды.

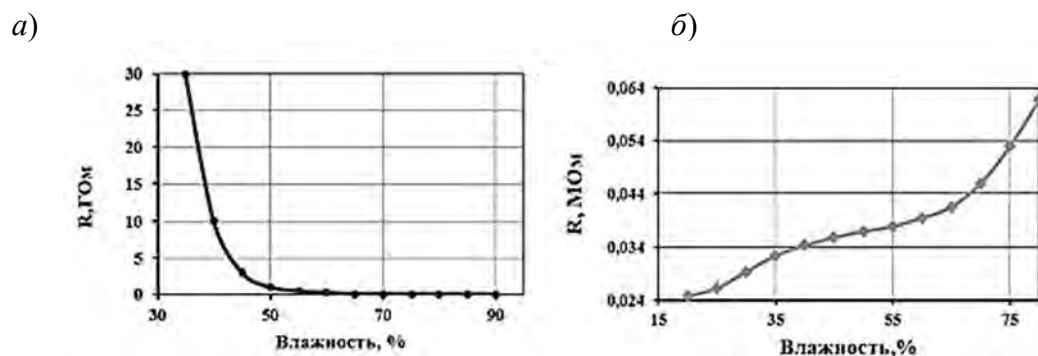


Рис. 2. Зависимость протекающего через пленки производной ПАНИ (а) и ПЭК с УНТ (б) тока от относительной влажности воздуха в объеме воздуха

Полученные результаты объясняются увеличением электропроводности полимерной плёнки при повышении влажности окружающей среды. На рис. 2, а видно, что структура вещества влияет на значения сопротивления через плёнки сенсорных образцов. Это связано с увеличением подвижности легирующего иона или протонированием полимера. На рис. 2, б зависимость не линейная, скорость увеличения значения сопротивления примерно одинаковая во всем диапазоне измерений. Эти зависимости демонстрируют выраженную чувствительность обоих материалов к изменению влажности, что проявляется в значительном и закономерном изменении протекающего тока [4–6].

Исследование финансировалось при поддержке государственного задания (научный код FZWU-2023-0002).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нанокompозитные тонкопленочные материалы на основе полисахаридов и наночастиц иодида серебра для использования в сенсорных устройствах / М. В. Баунова, Р. Б. Салихов, Т. Б. Тергулов [и др.] // Журнал прикладной химии. – 2024. – Т. 97, № 4. – С. 347–353.
2. Nanocomposite polymer thin films for sensors / R. B. Salikhov, A. D. Ostaltsova, T. R. Salikhov, I. N. Mullagaliev // Vestnik Bashkirskogo Universiteta. – 2024. – Vol. 29, № 2. – С. 75–79.
3. Салихов, Р. Б. Электронные газовые сенсоры на основе полимерных и нанокompозитных материалов / Р. Б. Салихов, А. Д. Остальцова, Т. Р. Салихов // Известия Российской академии наук. Серия: Физическая. – 2025. – Т. 89, № 3. – С. 408–413.
4. Salikhov, R. B. Electronic gas sensors based on polymer and nanocomposite materials / R. B. Salikhov, A. D. Ostaltsova, T. R. Salikhov // Bulletin of the Russian Academy of Sciences : Physics. – 2025. – Vol. 89, № 3. – С. 386–390.
5. Исследование фотопроводимости тонких пленок на основе производных полианилина / Р. Б. Салихов, Т. Т. Юмалин, А. Д. Остальцова [и др.] // Вестник Башкирского университета. – 2025. – Т. 30, № 1. – С. 13–18.
6. Композитные и нанокompозитные тонкопленочные структуры на основе сукцинамида хитозана / Р. Б. Салихов, И. Н. Муллагалиев, Т. Р. Салихов, А. Д. Остальцова // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2025. – № 1. – С. 31–38.