

УДК 539.23

СЕНСОРНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СОПОЛИМЕРОВ ПОЛИАНИЛИНА $P(\text{ANI-CO-CIPA})_1$ И $P(\text{ANI-CO-CIPA})_2$ К ПАРАМ АММИАКА

Д. И. МИННЕАХМЕТОВ, Б. Г. БАДЖАССИЛОНА

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

Уфимский университет науки и технологий

Уфа, Россия

Полианилин (ПАНИ) является перспективным материалом для применения в химических сенсорах благодаря способности изменять свои химические, электрические и оптические свойства при протонировании (легировании) и депротонировании (дедопировании), что сопровождается изменением степени окисления полимерной цепи. Эти обратимые процессы делают ПАНИ особенно чувствительным к воздействию различных газов [1, 2].

Повышенная растворимость сополимеров $P(\text{Ani-co-CIPA})_1 \dots P(\text{Ani-co-CIPA})_5$ по сравнению с чистым полианилином позволила успешно формировать однородные и устойчивые тонкие пленки, пригодные в качестве активного слоя резистивных газовых сенсоров. Благодаря улучшенной технологичности, такие сополимеры обеспечивают высокое качество покрытия, необходимое для эффективной работы сенсорных устройств. Оптимальные условия получения тонких пленок были определены: концентрация полимерного раствора составляла 0,15 г/л, а скорость центрифугирования – 1000 об/мин. При соблюдении этих параметров достигалась толщина пленки около 300 нм, что было подтверждено методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). Полученные результаты свидетельствуют о перспективности данных сополимеров для создания чувствительных и стабильных сенсоров [3].

Пленки на основе сополимеров $P(\text{Ani-co-CIPA})_1$ и $P(\text{Ani-co-CIPA})_2$ были подвергнуты тестированию на чувствительность к парам аммиака (NH_3) в различных концентрациях (рис. 1).

При воздействии аммиака наблюдалось чётко выраженное снижение электрической проводимости, что связано с процессом депротонирования полимерной цепи – ключевым механизмом взаимодействия полианилина с основными газами. Этот процесс приводит к уменьшению концентрации зарядовых носителей в материале и, как следствие, к падению его проводимости. Сигнал сенсора постепенно нарастал при увеличении концентрации NH_3 и достигал насыщения при высоких уровнях воздействия, после чего оставался стабильным в течение всего времени подачи газа, что указывает на достижение равновесного состояния между адсорбцией аммиака и ответной реакцией полимера [4].

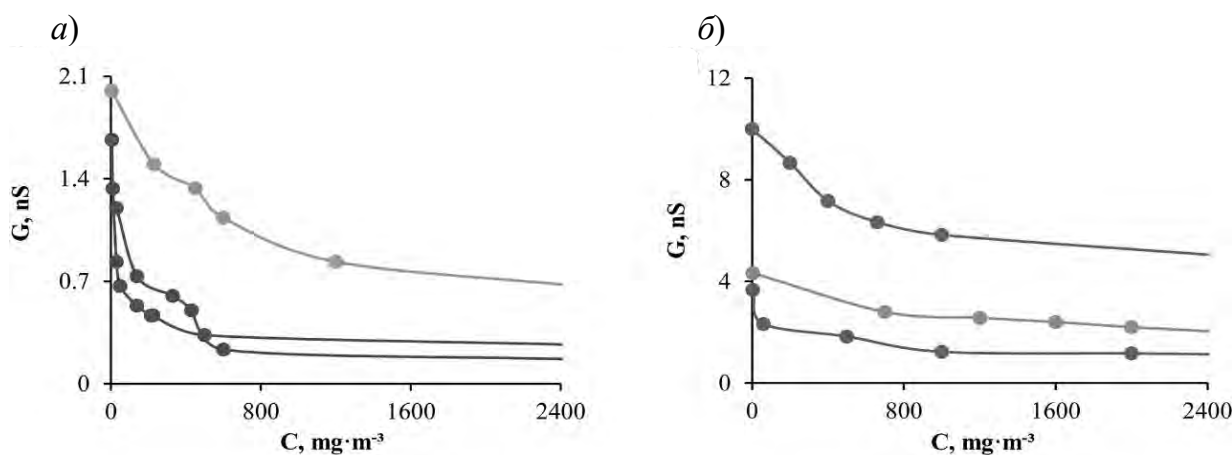


Рис. 1. График зависимости электропроводности от концентрации аммиака для образцов: *а* – P(Ani-co-CIPA)1; *б* – P(Ani-co-CIPA)2

После прекращения подачи аммиака и его удаления из камеры сенсора проводимость активного слоя частично восстанавливалась, свидетельствуя о частичной регенерации протонированной формы полимера. Однако полного возврата к исходному уровню проводимости не происходило. Со временем наблюдалось повторное снижение проводимости, что обусловлено окислительной деградацией полимерного материала под действием кислорода и влаги окружающей среды [5].

Разброс экспериментальных данных объясняется погрешностью эталонного датчика и повышением влажности среды при использовании 10-процентного водного раствора аммиака. В среднем проводящие свойства пленок сохранялись в течение 24 ч, после чего утрачивались.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нанокompозитные тонкопленочные материалы на основе полисахаридов и наночастиц иодида серебра для использования в сенсорных устройствах / М. В. Базунова, Р. Б. Салихов, Т. Б. Терегулов [и др.] // *Žurnal prikladnoj himii*. – 2024. – Vol. 97, № 4. – P. 347–353.
2. Influence of copolymer composition on the properties of soluble poly (aniline-co-2[2chloro1methylbut2en1yl] aniline) s / L. R. Latypova, A. N. Andriianova, G. S. Usmanova [et al.] // *Polymer International*. – 2023. – Vol. 72, № 4. – P. 440–450.
3. **Salikhov, R. B.** Charge transfer in thin polymer films of polyarylenephthalides / R. B. Salikhov, A. N. Lachinov, A. A. Bunakov // *Physics of the Solid State*. – 2007. – Vol. 49. – P. 185–188.
4. Nanocomposite thin-film structures based on a polyelectrolyte complex of chitosan and chitosan succinamide with SWCNT / R. B. Salikhov, R. A. Zilberg, E. O. Bulysheva [et al.] // *Письма о материалах*. – 2023. – Vol. 13. – P. 132–137.
5. **Safargalin, I. N.** Study of the environmental influence on the electrophysical properties of a pani glove box / I. N. Safargalin, B. R. Badretdinov, R. B. Salikhov // *Инновационные материалы и технологии : материалы*. – 2024. – P. 221.