

ду кислородом, содержащимся в порах рабочего электрода (применяется пористый графит) с холестерин оксидазой с образованием также холестерона и перекиси водорода. В случае отсутствия пероксидазы хрена на поверхности графита перекись, образующаяся при взаимодействии холестерина и кислорода, содержащегося в порах может оказывать мешающее влияние на получаемый электрохимический сигнал, служащий откликом сенсора. Для подтверждения последнего пункта было проведено исследование влияния пористости материала на сигнал. Для этого следует в качестве подложки применялся стеклоуглеродный электрод, на который иммобилизовали фермент. Поскольку при отсутствии пероксидазы хрена калибровочная кривая будет иметь достаточно линейный вид, высказанное предположение было принято верным.

В ходе исследования был получен сигнал перекиси. Внесение в ячейку холестерина в эквивалентных количествах приводило к релевантному изменению полученного сигнала перекиси. Благодаря применению вольтамперометрии, удалось повысить устойчивость работы сенсора по сравнению с ранее описанными в литературе. Помимо этого, полученный сенсор обладает достаточно высокой чувствительностью и позволяет получить отклик при содержании холестерина более  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> и более. Также сенсор обладает высокой стабильностью работы (не менее 14 дней). Полученная зависимость отклика от концентрации холестерина в ячейке была линейна в широком интервале от  $1 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup> до  $3 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, применение сенсора может служить целям простого и достаточно точного содержания холестерина в крови пациента.

Работа выполнена при поддержке гранта Государственного Задания «Наука» и проекта ВИУ\_ИПР\_109\_2014.

---

### **Сенсор на основе ацетилацетонатов металлов для определения паров органических веществ в воздухе**

А.В. Егошина, Е.А. Газиева, И.В. Кирсанова  
Научный руководитель – к.х.н., доцент М.А. Гавриленко

*Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, dce@mail.ru*

На основе поверхностных слоев  $\text{Me}(\text{acac})_n$  предложено проводить измерение влажности или присутствия паров нуклеофильных веществ в воздухе. Поскольку у  $\text{Me}(\text{acac})_n$  наблюдается сильное влияние влагопоглощения на электрическую проводимость системы, основными тре-

бованиями, предъявленными к модифицирующим добавкам, являются высокая чувствительность к парам воды и достаточно сильное изменение проводимости в процессе влагопоглощения. Для исследования изготовлены образцы в виде тонких покрытий на подложках оксида алюминия. Для определения быстроты формирования электрического сигнала – отклика на влажность получены зависимости электропроводности и влагопоглощения от времени выдержки в средах с различной влажностью, в течение 20 минут равновесие полностью стабилизируется, затем значение электропроводности и влагосодержания существенно не изменяются.

Возрастание электропроводности, при увеличении влажности определяется повышением влагосодержания хелатных композиций. Кроме того, при поглощении паров воды возможно ослабление межмолекулярных связей внутри хелата за счет конкурирующего взаимодействия лигандов и координируемых нуклеофильных молекул, которые имеют более высокое значение диэлектрической проницаемости.

Первые порции сорбированной влаги взаимодействуют с наиболее ионизированными группами системы, образуя при этом первичную сферу гидратации, что не способствует значительному росту электропроводности. Дальнейшее возрастание электрической проводимости обусловлено наличием в хелатной композиции слабосвязанной воды, за счет процесса вторичной гидратации, что будет увеличивать степень диссоциации ионогенного модификатора, приводящую к повышению концентрации и подвижности носителей заряда.

Исследуемые системы обнаружили хорошую обратимость процессов сорбции паров воды и электрического сигнала. Полученные результаты можно объяснить наличием в  $\text{Me}(\text{acac})_n$  воды в конденсированном состоянии, что способствует полноте десорбции при понижении влажности. При многократном циклировании пленки сохраняли свои свойства и показали хорошую воспроизводимость в качестве датчиков воды и нуклеофильных соединений спиртов и анилина.

$\text{Al}(\text{acac})_3$  и  $\text{Zl}(\text{acac})_4$  показали самую низкую чувствительность.  $\text{Zn}(\text{acac})_2$  показал наибольшую чувствительность к газу. Однако, зафиксировано снижение чувствительности пленок при длительном, более 72 ч контакте с воздухом. После прогревания в течение 3 ч структура стабилизируется и отклик становится линейным во всем диапазоне исследуемых концентрации, что связано с обратимым процессом сорбции влаги и её удалением в процессе нагревания.

Калиброванные смеси газов и паров тестовых веществ при комнатной температуре служили модельными объектами для испытания сен-

сорных свойств полученных слоев ацетилацетонатов металлов. Целью являлось определение паров метанола в воздухе, как одного из опасных компонентов атмосферы рабочих зон. Линейные отклики зафиксированы для углеводов в диапазоне концентраций 10–400 ppm. Для метанола в данном диапазоне зависимость симбатно нелинейная, что связано с накоплением сорбционных слоев и, соответственно, снижением чувствительности электрохимического сигнала при возрастании концентрации метанола. Следует отметить, что пары воды также снижают чувствительность, что связано с конкурентным механизмом образования внешнесферного комплекса ацетилацетоната металла с нуклеофильной молекулой. Восстановление работоспособности сенсора зафиксирована при использовании осушительной трубки или кратковременного нагрева до 60 °С. Установлено, что разработанный сенсор фиксирует сигнал пропорциональный содержанию углеводов в воздухе, что подтверждено использованием стандартного анализатора, но с более высокой чувствительностью и воспроизводимостью сигнала  $Sr < 0,13$ . Органические вещества могут быть определены до содержания 20 ppm при влажности воздуха менее 50 %.

### Список литературы

1. Gavrilenko M.A., Slizhov Yu.G., Faustova Zh.V., Kasymova T.A., Gavrilenko N.A. // *Advanced Mat. Res.*, 2014.– V.1040.– P.448–452.
2. Gavrilenko M.A., Kasymova T.A., Gavrilenko N.A. // *Procedia Chem.*, 2014.– V.10.– P.103–107.
3. Faustova Zh.V., Slizhov Yu.G., Gavrilenko M.A. // *Rus. J. Phys. Chem.*, 2013.– V.87.– №8.– P.1215–1217.

---

## Определение водорастворимых оксалат-ионов в почвах методом ионной хроматографии с кондуктометрическим детектированием

М.Г. Камбалина, Е.Ю. Каричева

Научный руководитель – к.г.-м.н., заведующий лабораторией А.А. Хвощевская

*Томский политехнический университет*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, mari\_kambalina@mail.ru*

Определение щавелевой кислоты и ее солей (оксалатов) в почвах необходимо при агрохимической, мелиоративной и гигиенической оценке их качества, т.к. они являются индикатором загрязнения почв отходами различных производств (текстильной и др.) [1].

Для определения оксалат-ионов в почвах преимущественно ис-