

# БЕСФЕРМЕНТНОЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕАТИНИНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕОЛИТ-ИМИДАЗОЛЬНЫХ КАРКАСОВ (ZIF) НА ОСНОВЕ МЕДИ (II) В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕКТРОКАТАЛИЗАТОРОВ

А.И. Хабибова, Ю.В. Изможерова, М.И. Степанова, А.В. Охохонин, А.Н. Козицина  
Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина 620002,  
г. Екатеринбург, ул. Мира, 19.  
E-mail: m.i.stepanova@urfu.ru

Упрощение методов определения уровня биологически активных веществ, например, креатинина для ранней диагностики заболеваний, связанных с нарушением функций почек, достаточно актуально. Известные ферментативные методы имеют недостатки, связанные со свойствами ферментов. Поэтому перспективным направлением является разработка бесферментных электрохимических сенсоров, в частности на основе цеолит-имидазольных каркасов – кристаллических пористых материалов, за счёт их настраиваемой структуры и возможностей функционализации.

Таким образом целью данной работы являлось синтезировать и изучить электрокаталитические свойства цеолит-имидазольных каркасов (ZIF) на основе ионов Cu (II) по отношению к бесферментному электрохимическому окислению креатинина.

Исследования проводили с использованием потенциостата/гальваностата Metrohm Autolab PGSTAT204 и трехэлектродной электрохимической ячейки. В качестве рабочего электрода применяли стеклоуглеродный и золотой электрод, в качестве модификаторов электрода использовали CuZIF, синтезированные на основе 2-метилимидазола, 2-меркаптоимидазола, имидазолкарбоновой кислоты и 2-имидазолкарбоксальдегида. Определения проводили, используя циклическую и дифференциально-импульсную вольтамперометрию, в фосфатно-солевом буферном растворе с pH 7,4.

В результате выполненных исследований были синтезированы CuZIF по следующей методике. На первом этапе готовили глубокий эвтектический растворитель путем смешивания 2-метилимидазола и тетрабутиламмоний хлорида, затем смесь нагрели до 40°C до образования жидкости и добавляли дигидрат хлорида меди (II) в соотношении 4:4:1. Получившуюся смесь переносили в большое количество воды, при этом образовывались наночастицы CuZIF, которые отделяли центрифугированием и промывали водой и этанолом 3 раза, высушивали на воздухе и диспергировали в воде (C= 1 мг/мл). 5 мкл суспензии CuZIF наносили на электрод и высушивали.

За аналитический сигнал был принят прирост тока пика окисления модификатора в присутствии креатинина. Наибольшая чувствительность по отношению к креатинину была достигнута в системе CuZIF с 2-метилимидазолом и 2-имидазолкарбоксальдегидом, модифицированной на поверхности золотого электрода – и составила  $81 \pm 1$  мкА/мМ, предел обнаружения 0,04 мМ. Таким образом цеолит-имидазольные каркасы являются перспективным материалом для использования их в качестве электрокатализаторов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина в соответствии с программой стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".