

**М. А. Половинкина¹, А. Д. Осипова¹, В. П. Осипова²,
Н. Т. Берберова¹, Д. Б. Шпаковский³, Е. Р. Милаева³**

¹*Астраханский государственный технический университет,
414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,
polovinkina.ast@gmail.com,*

²*Южный научный центр РАН,
344006, Россия, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41,
osipova_ur@mail.ru,*

³*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 3,
dmshpak@mail.ru*

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ТРЕТИЧНЫХ АМИНОВ С ФЕНОЛЬНЫМ И ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИМ ФРАГМЕНТАМИ*

Ключевые слова: третичные амины, антирадикальная активность,ДФПГ, циклическая вольтамперометрия, супероксид анион-радикал.

Азотсодержащие соединения проявляют различную биологическую активность, в том числе антиоксидантную. При изучении их в качестве лекарственных препаратов необходимо учитывать «структурный признак токсичности», которым не должны обладать потенциальные кандидаты. Вероятность образования токсичных метаболитов значительно снижается, если атом азота включён в кольцо ароматического гетероциклического каркаса, поэтому поиск и исследование новых азотсодержащих соединений является актуальной задачей.

В работе исследованы редокс-свойства водорастворимых третичных аминов с фрагментами пиридина и 2,6-ди-*трет*-бутилфенола (**1–3**) методом циклической вольтамперометрии, их антирадикальная активность в ДФПГ-, CUPRAC-тесте и в отношении электрохимически генерированного супероксид анион-радикала ($O_2^{\cdot-}$). Электрохимическое поведение соединений **1–3** в CH_2Cl_2 на платиновом электроде не различается, что объясняется сходством химических структур. Анодное двухэлектронное окисление соединений протекает одностадийно и необратимо при потенциале 1.80 В с образованием соответствующего ароксильного катиона, на обратной ветви вольтамперограммы фиксируется пик восстановления протона.

Взаимодействие соединений **1–3** с электрохимически генерированным $O_2^{\cdot-}$ приводит к исчезновению обратимости стадии восстановления кислорода и появлению на обратной волне нового анодного пика при потенциале -0.2

В, предположительно, соответствующего окислению ароксильного аниона, образовавшего в результате отрыва супероксид анион-радикалом атома водорода от третичного амина. Для подтверждения антирадикальной активности соединений **1–3** на примере другой модельной системы исследована реакция со стабильным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (ДФПГ). Установлена способность соединений **1–3** выступать ловушками свободных радикалов, наибольшую активность проявляет соединение **3** (табл.).

Таблица

Антирадикальная активность соединений **1–3**

Соединение	ДФПГ IC ₅₀ , мМ	ТЕАС _{CUPRAC}	
1	2.51 ± 0.03	1.48 ± 0.01	
2	0.53 ± 0.01	1.16 ± 0.04	
3	0.20 ± 0.02	2.32 ± 0.03	

Оценка возможности третичных аминов выступать в качестве доноров электрона в реакции восстановления иона Cu²⁺ в комплексе с 2,9-диметил-1,10-фенантролином выявила их высокую антирадикальную активность, измеренную в эквивалентах водорастворимого аналога витамина Е – тролокса (ТЕАС_{CUPRAC}) (табл.). Несмотря на незначительные отличия в структуре соединений, отмечена различная антиоксидантная активность соединений **1–3**, наибольшая характерна для третичного амина с *ortho*-пиридилильным фрагментом. Ранее на модельной системе длительно протекающего процесса пероксидного окисления липидов гомогената печени русского осетра [1] установлено пролонгированное антиоксидантное действие соединений **1–3**, наибольшее снижение уровня накопления вторичных карбонильных продуктов окисления наблюдается в присутствии соединения **3**, что подтверждает полученные результаты.

Таким образом, изучены редокс-свойства водорастворимых третичных аминов, установлена их антирадикальная активность на модельных реакциях взаимодействия с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом, электрохимически генерированным O₂⁻ и в реакции восстановления иона Cu²⁺.

Список литературы

1. Половинкина М. А., Осипова В. П., Шпаковский Д. Б., Милаева Е. Р., Берберова Н. Т. // Тезисы докладов XX Менделеевского съезда. 2016. Т. 4. С. 539.

* Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 19-03-00006 (электрохимические исследования) и № 20-03-00471 (ДФПГ-, SUPRAC-тесты).

УДК 66.097

М. В. Попов^{1,2}, А. Г. Баннов²

¹Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН,
119991, Россия, г. Москва, Ленинский пр., 47,
porovtakhvik@gmail.com,

²Новосибирский государственный технический университет,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР РАЗЛОЖЕНИЕМ ПРОПАНА НА NI-СОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ*

Ключевые слова: пропан, гетерогенный катализ, углеродные нановолокна, разложение углеводородов, катализатор.

Анализ состояния современной nanoиндустрии показал, что в настоящее время углеродные наноматериалы востребованы во многих отраслях промышленности, при этом требуется технологический прорыв в создании данных материалов в промышленном масштабе. На данный момент технологического прорыва не будет из-за дороговизны методов синтеза углеродных наноматериалов. Поэтому актуальной задачей является поиск решений, позволяющих получать углеродные наноматериалы надлежащего качества и приемлемой стоимости.

Одним из ряда способов получения углеродных наноматериалов является процесс каталитического разложения *органических веществ* – легких углеводородов, таких как метан, пропан, бутан, этан, этилен, пропилен и их смесей [1, 2]. Данная работа посвящена исследованию разложения пропана на Ni-содержащих катализаторах. В результате процесса каталитического разложения пропана образуется углеродный наноматериал, преимущественно состоящий из углеродных нановолокон (УНВ). УНВ могут применяться в качестве носителя катализатора, катализатора селективного окисления сероводорода в серу, электродного материала для суперконденсаторов, а также может использоваться в качестве газочувствительного материала, применяемого в газовых сенсорах [3].

Уравнение реакции каталитического разложения углеводорода выглядит следующим образом:

