

Таким образом, разработанный твердофазный сенсор может быть использован для экспресс-анализа различных водных объектов на содержание железа (III). Предложенный метод

обладает высокой точностью, но также может быть применен в качестве тест-метода для визуального определения содержания железа в пробах подземных вод в полевых условиях.

Список литературы

1. Тропина Е.А. Дисс. ... канд. техн. наук.– Томск: Томский политехнический университет, 2007.– 131 с.
2. Дидух С.Л. // Журнал аналитической химии, 2018.– Т.73.– №3.– С.189–197.
3. Марченко З. Фотометрическое определение элементов.– Москва: Мир, 1971.– 502 с.
4. Losev V.N. // Mendeleev communications, 2009.– V.3.– №19.– P.167–169.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ НОСИТЕЛЯ НА АКТИВНОСТЬ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРИРОВАНИЯ ФУРФУРОЛА

Д.Ю. Герман¹, Е.Н. Колобова¹, S.A.C. Carabineiro², S. Alijani³, A. Villa³, L. Prati³

Научный руководитель – д. х. н., профессор А.Н. Пестряков

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30

²Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

³Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Milano, Via Festa del Perdono 7 - 20122 Milano, Italy, dyg1@tpu.ru

Из-за ограниченного количества ископаемых ресурсов и экологических проблем, связанных с их использованием, потребность в альтернативных источниках энергии постоянно возрастает. Биомасса как возобновляемый ресурс имеет много преимуществ. Например, использование биомассы уменьшает выбросы парниковых газов по сравнению с сжиганием ископаемого топлива, потому что CO₂, выделяющийся во время преобразования энергии, повторно используется для возобновления биомассы. Однако углеводороды, полученные из биомассы, содержат различные функциональные группы, которые требуют сложных этапов модернизации для использования в качестве топлива и химикатов. Чтобы упростить получение

конечных продуктов, необходимо разработать эффективный процесс, включающий высокопроизводительные катализаторы с высокой селективностью [1].

Катализаторы были приготовлены методом золь-иммобилизации (загрузка Pd составляла 1 мас. %). В качестве носителя был использован синтетический углеродный материал «Сибунит». Модифицирование носителя было проведено в растворах HNO₃ и NH₄OH при температуре 95 °С. Характеризация образцов была проведена при помощи методов: ПЭМ, РФЭС, РФА, БЭТ, АЭС. Каталитическая активность синтезированных катализаторов была изучена в процессе жидкофазного гидрирования фурфурола (раствор 0,3 М фурфурола в изопропанол,

Таблица 1. Результаты каталитических исследований

Катализатор	Конверсия фурфурола, (%)	Селективность, (%)					
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	Σ
Pd/Cp	80	38	3	55	2	0	98
Pd/Cp–HNO ₃	97	32	10	44	8	0	94
Pd/Cp–NH ₄ OH	97	0	42	2	2	11	57

Примечание: S₁ – селективность по фурфуриловому спирту (%); S₂ – селективность по тетрагидрофурфуриловому спирту (%); S₃ – селективность по изопропилфурфуриловому эфиру (%); S₄ – селективность по 2 метилфурану (%); S₅ – селективность по 2-метилтетрагидрофурану (%).

50 °С, 0,5 МПа Н₂). В процессе реакции отбирались пробы, которые были анализированы при помощи ГХ.

Было обнаружено, что катализаторы, нанесенные на модифицированные носители, проявляют большую активность в сравнении с немодифицированным сибунитом. Так, на катализаторах Pd/Ср–HNO₃ и Pd/Ср–NH₄OH была достигнута конверсия 97% уже через 3 часа после начала процесса, в то время как на Pd/Ср конверсия через 5 часов составила 80% (таблица 1).

Для катализаторов Pd/Ср и Pd/Ср–HNO₃ характерен более высокий выход продуктов реакции, однако, как видно из таблицы, весо-

мую часть составляет изопропилфурфуроловый эфир, который является нежелательным продуктом. Вероятно, это связано с наличием большого количества кислотных центров на поверхности катализатора, из-за чего происходит реакция этерификации между фурфуролом и изопропанолом. Напротив, количество продуктов, полученных на Pd/Ср–NH₄OH сравнительно мало, но при этом практически не образуется эфир, а селективность по тетрагидрофурфуроловому спирту и 2-метилтетрагидрофурану наиболее высоки, что говорит о гидрировании фуранового кольца и соответственно наиболее сильном взаимодействии металла с субстратом.

Список литературы

1. Roman-Leshkov Y., Chheda J.N., Dumesic J.A. // *Science*, 2006.– P.1933–1937.

ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИОННЫХ УСЛОВИЙ И РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА НА КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ЖИДКОФАЗНОМ ОКИСЛЕНИИ БЕТУЛИНА

А.Р. Григорьева¹, Е.Н. Колобова¹, S.A.C. Carabineiro², P. Mäki-Arvela³, D.Yu. Murzin³
 Научный руководитель – д. х. н., профессор А.Н. Пестряков

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, bar0710@mail.ru

²Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal

³Johan Gadolin Process Chemistry Centre, Abo Akademi University, FI-20500 Turku, Finland

Береза широко распространена по всему миру в зонах умеренного климата. Основным компонентом ее коры является бетулин. В настоящее время особый интерес представляют оксопроизводные бетулина, поскольку они обладают широким спектром фармакологической активности, и активно изучается их эффективность в качестве противораковых и противовирусных соединений. Традиционно оксопроизводные бетулина получают его окислением хромсодержащими соединениями, однако данный подход характеризуется образованием большого количества токсичных отходов и низким выходом целевых продуктов [1]. Нами предложен альтернативный способ получения оксопроизводных бетулина посредством его гетерогенно-каталитического окисления кислородом воздуха на нанесенных золотых катализаторах при атмо-

ферном давлении и относительно низкой температуре.

Катализаторы (номинальная загрузка Au составляла 4 мас. %) были приготовлены методом контролируемого осаждения с мочевиной. Полученные образцы были охарактеризованы следующими методами: БЭТ, РФА, РФЭС, ПЭМ. γ -Al₂O₃ и бемит с различными текстурными свойствами были использованы в качестве носителей. Каталитические свойства были изучены в процессе жидкофазного окисления бетулина при 140 °С (растворитель – мезитилен, окислитель – синтетический воздух). Для контроля за ходом реакции через определенные промежутки времени отбирались аликвоты и анализировались ГХ.

Было обнаружено, что природа носителя играет решающую роль в окислении бетулина