**Гидрирование продуктов переработки лигноцеллюлозной биомассы на катализаторах на основе Al-MCM-41, содержащих благородные металлы**

*Федоров С.А., Ролдугина Е.А.*

*Студент, 4 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail:* [*fa-stas@mail.ru*](mailto:fa-stas@mail.ru)

Одним из актуальных направлений научных исследований в области создания технологий рационального природопользования является внедрение в переработку альтернативных источников энергии с целью получения топлив и ценных химических мономеров. Лигноцеллюлозная биомасса является перспективным, общедоступным, возобновляемым источником энергии и сырья для нужд нефтехимии. В ходе термокаталитической деструкции полимеров биомассы – лигнина и полисахаридов – образуются соединения, содержащие фенольные и фурфурольные фрагменты. В процессах каталитического гидрирования фенолов и фурфуролов может быть получен широкий спектр ценных для различных отраслей химической промышленности продуктов с высокой добавленной стоимостью – ароматических и ациклических спиртов, альдегидов, кетонов и др. [1].

В настоящей работе исследованы процессы гидрирования соединений, содержащих типичные для состава сырья, получаемого из лигноцеллюлозы, фрагменты – 2-метокси-4-пропил-фенола (4-пропилгваякола) – в присутствии Ru-содержащего катализатора на основе мезопористого алюмосиликата Al-MCM-41, а также фурфурола и 5-гидроксиметилфурфурола – в присутствии Pd/Al-MCM-41. Носитель Al-MCM-41 синтезирован темплатным методом с использованием цетилтриметиламмоний бромида в качестве структурирующего агента (мольное соотношение Si/Al=20, площадь поверхности 905 м2/г, общее число кислотных центров 280 мкмоль/г NH3). Катализаторы получены методом пропитки носителя в избытке этанольного раствора, содержащего прекурсоры металлов, с последующим восстановлением в токе водорода при 300 оС.

Поскольку сырье, получаемое при переработке лигноцеллюлозной биомассы, содержит существенное количество воды, она была использована в качестве второго компонента модельной системы при исследовании активности катализаторов. Выявлено, что для процесса гидрирования 4-пропилгваякола в присутствии Ru/Al-MCM-41 при увеличении температуры реакции от 130 до 210 оС возрастала селективность образования 4-пропилциклогексанола (до 58 %). При 250 оС помимо 4-пропилциклогексанола (39 %) с высокой селективностью образовывался 4-пропилфенол (43 %) (4 МПа Н2, 1 ч). Установлено, что при более высокой концентрации катализатора в системе наблюдалось образование продуктов полного гидрирования-деоксигенации субстрата – 4-пропилбензола и 4-пропилциклогексана, их суммарная селективность составила 37 % (250 оС, 5 МПа Н2, 1 ч, мольн. соотн. субстрат/Ru ~ 1100). На примере продуктов переработки лигноцеллюлозной биомассы, содержащих фурфурольный фрагмент, показано, что строение субстрата влияет на распределение продуктов реакции: при полной конверсии субстратов основным продуктом гидрирования фурфурола в присутствии Pd/Al-MCM-41 являлся тетрагидрофурфуриловый спирт (2-гидроксиметилтетрагидрофуран, 78%), основным продуктом гидрирования 5-гидроксиметилфурфурола – 1-гидроксигексан-2,5-дион (56%), при этом селективность по 2,5-бис(гидроксиметил)тетрагидрофурану составила 10% (200 оС, 5 МПа Н2, 2 ч, мольн. соотн. субстрат/Pd ~ 210).

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-10077, https://rscf.ru/project/22-79-10077/.*

**Литература**

1. Yang X., Zhang Y., Sun P., Peng Ch. A review on renewable energy: Conversion and utilization of biomass // Smart Mol. 2024. Vol. 2. № 4.