**Гидропереработка фурфурола в присутствии биметаллических Pd-Co катализаторов на основе модифицированных мезопористым цирконосиликатом углеродных мезопористых наносфер**

***Крючков М.Д.1, Бороноев М.П.1***

*Аспирант, 4 год обучения*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

* *E-mail: mixail.kryuchkov.97@mail.ru*

Превращение соединений на основе биомассы в высокоценные химикаты привлекло широкое внимание в последние годы. Фурфурол, получаемый из биомассы, может быть преобразован в ряд молекул C4 и C5 с помощью ряда каталитических реакций. При гидрировании фурфурола можно получить разные продукты, включая циклопентанон, фурфуроловый спирт, тетрагидрофурфуриловый спирт, 2-метилфуран, 2-метилтетрагидрофуран, циклопентанол и т. д.

Синтезированы катализаторы на основе наночастиц Pd и Co, нанесенных на модифицированных мезопористым цирконосиликатом углеродных мезопористых наносфер, с различным соотношением Pd/Co. Синтез катализаторов осуществлялся пропиткой рассчитанным количеством Pd(OAc)2 и Co(acac)2 с последующим восстановлением в токе водорода при 500°С. Методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота показано, что удельная площадь поверхности и объем пор катализаторов уменьшается с увеличением загрузки металла Pd-NSMP-m-Zr-Si, 2Pd-0.4Co-NSMP-m-Zr-Si, 2Pd-2Co-NSMP-m-Zr-Si и 2Pd-5Co-NSMP-m-Zr-Si. Для биметаллических катализаторов было характерно бимодальное распределение наночастиц металлов по размеру, наночастицы в диапазоне 1-3 нм были отнесены к Pd, наночастицы с размером 6-8 нм отнесены к Co, на это также указывает распределение частиц элементных картах, полученных с использованием энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии.

Для оценки активности и селективности полученных катализаторов в гидрировании фурфурола каталитические эксперименты проводили при следующих условиях: 170°С, 3 МПа Н2, 2 ч (табл.). Установлено, что основными продуктами для всех катализаторов являлись циклопентанон, фурфуриловый спирт и тетрагидрофурфуриловый спирт. Установлено, что с ростом содержания Co с 0.4 до 5% уменьшается конверсия фурфурола, но при этом возрастает селективность по циклопентанону, что может быть связано с затруднением гидрирования фурфурилового спирта до тетрагидрофурфурилового спирта при введении кобальта.

**Таблица.** Оценка активности и селективности синтезированных катализаторов в гидрировании фурфурола. Условия: 170°С, 3 MПa Н2, 2 ч, 50 мкл фурфурола, 2 мл воды, 4 мг катализатора

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Катализатор | Конверсия, % | Селективность, % | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5\* |
| Pd-NSMP- m-Zr-Si | 100 | 18 | 1.5 | 0 | 68 | 12.5 |
| 2Pd-0.4Co- NSMP- m-Zr-Si | 99 | 30 | 1.5 | 2 | 62 | 4.5 |
| 2Pd-2Co- NSMP- m-Zr-Si | 95 | 39 | 2 | 18 | 37 | 4 |
| 2Pd-5Co- NSMP- m-Zr-Si | 70.5 | 48.5 | 0.5 | 43 | 1 | 7 |

\*1 – циклопентанон, 2- циклопентанол; 3 – фурфуриловый спирт; 4 – тетрагидрофурфуриловый спирт; 5 – другие продукты: фуран, тетрагидрофуран, 2-метилфуран, тетрагидро-2-метилфуран, бутанол, пентанол, пентандиол-1,2, пентандиол-1,4, тетрагидрофурфураль, фурфуриловый спирт, 3-ацетил-1-пропанол, 4-гирокси-2-циклопентенон и продукты полимеризации.

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