**Гетерогенный катализатор на основе наночастиц родия  
в гидроформилировании олефинов**

***Соколов Д.В.***

*Аспирант, 1 года обучения*

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

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: Daniil-01.10@yandex.ru*

Актуальной задачей в сфере химической промышленности является разработка новых эффективных и стабильных гетерогенных катализаторов для гидроформилирования - важного нефтехимического процесса с мировым объем производства альдегидов и спиртов превышающим 22 миллиона тонн/год.

Органо-неорганические гибридные материалы, состоящие из органических полимеров и кремнезема, могут применяться в качестве эффективной твердой подложки для иммобилизации металла и создания гетерогенных катализаторов за счет наличия комплексообразующих групп в структуре материала. С этой точки зрения большой интерес представляют кремний-органические композиты, имеющие в своем составе азотсодержащие функциональные группы. В качестве источника азота может использоваться дешевая и коммерчески доступная мочевина. Полимерные материалы на ее основе обладают высокой удельной площадью поверхности, а также могут образовывать прочные координационные связи с различными переходными металлами, что способствует повышению стабильности гетерогенизированного катализатора и предотвращает вымывание металла. Катализаторы, нанесенные на такие носители, количественно выделяются из реакционной среды и могут быть повторно использованы.

В данной работе разработаны и синтезированы гетерогенные катализаторы с наночастицами родия на основе композитных материалов, получаемых соконденсацией карбамидо-формальдегидного прекурсора и тетраэтоксисилана в разных соотношениях. Полученные материалы были охарактеризованы комплексом физико-химических методов анализа (элементный анализ, ИК-Фурье, РФЭС, ТГА, ПЭМ, низкотемпературная сорбция азота).

Катализаторы были протестированы в реакции гидроформилирования модельного субстрата октена-1. Исследовано влияние давления синтез-газа (СО:Н2 = 1:1) (2.0-5.0 МПа), температуры (80-140 ºС), времени проведения реакции (1-7 ч) на распределение продуктов реакции. Установлено, что повышение температуры и давления закономерно приводит к увеличению конверсии исходного субстрата в смесь альдегидов, при этом соотношение н/изо падает за счет накопления альдегидов с изомерным углеродным скелетом.

Показано, что стабильность (т.е. многократное использование без дополнительной регенерации) полученных катализаторов зависит от используемого в качестве носителя материала. Для материала со средним содержанием азота при оптимальных условиях (120 ℃, 3.0 МПа, 2 часов) продемонстрирована стабильность работы катализатора на протяжении минимум 6 рециклов, в отличие от аналога на носителе из аморфного силикагеля, полученного без добавления мочевины, который теряет свою активность после 2 использования. Высокую активность тот же катализатор проявил и при гидроформилировании других линейных терминальных олефинов, стирола (95 % альдегидов) и циклогексена (82 % циклогесаналя) за 2 часов при 100 ℃ и 5.0 МПа.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания «Нефтехимия и катализ. Рациональное использование углеродсодержащего сырья», № 121031300092-6.*