

УДК 542.973:542.936.4:547.263

СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ SBA-15 МЕТОДОМ ИНДУЦИРОВАННОЙ ИСПАРЕНИЕМ САМОСБОРКИ (EISA). ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ И ИЗУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ 2-ПРОПАНОЛА¹

© 2022 г. Е. Aguilar García^a, М. Sánchez Cruz^a, Н. Yee Madeira^b,
R. Hernández Huesca^a, М. А. Pérez Cruz^{a, *}

^aFacultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edif. FCQ 10, 18 Sur y Av. San Claudio, Ciudad Universitaria, 72570 Puebla, Pue., Mexico

^bEscuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Edif. 9, Unidad Prof. Adolfo López Mateos, Col. San Pedro Zacatenco, 07738 Ciudad de México, Mexico

*e-mail: maria.perezc@correo.buap.mx

Поступила в редакцию 23.06.2021 г.

После доработки 23.11.2021 г.

Принята к публикации 13.01.2022 г.

Серия Fe-содержащих катализаторов SBA-15 синтезирована в одну стадию методом EISA (самосборка, индуцированная испарением) при комнатной температуре и без неорганических кислот. Все катализаторы охарактеризованы методами рентгеновской дифракции, адсорбции N₂, СЭМ–ЭДС, ИК-спектроскопии с Фурье-преобразованием и диффузного отражения в УФ-видимой области. Каталитическую активность оценивали путем проведения реакции дегидратации 2-пропанола. Упорядоченная мезопористая структура кремнезема SBA-15 подтверждена методом рентгеновской дифракции и исследованиями адсорбции N₂. Несмотря на то, что размер пор уменьшается за счет включения Fe в каркас кремнезема, характеристики мезоструктуры сохраняются. Исследована морфология катализаторов, приготовленных этим методом, и показано, что в ходе синтеза потери железа, добавленного в катализаторы, незначительны. Изолированные ионы Fe³⁺ в тетраэдрическом окружении в каркасе и вне каркаса идентифицированы методом диффузного рассеяния света в УФ и видимом диапазоне. Эти ионы Fe³⁺ являются сильными кислотными центрами, кислотность которых увеличивается при добавлении Fe, что приводит к высокой конверсии и селективности по пропилену, превышающей 99% для всех катализаторов. На основе полученной информации проанализирована связь между количеством добавленного Fe, координацией ионов Fe, образованием кислотных центров в катализаторах и их влиянием на разложение 2-пропанола.

Ключевые слова: катализаторы Fe–SBA-15, EISA, разложение 2-пропанола

DOI: 10.31857/S0453881122030029

¹ Полная версия статьи опубликована в дополнительном выпуске “Kinetics and Catalysis” № 8–2021 г.

Synthesis of Fe Catalysts Doped in SBA-15 by EISA Method: Characterization and Catalytic Studies in 2-Propanol Decomposition

E. Aguilar García¹, M. Sánchez Cruz¹, H. Yee Madeira²,
R. Hernández Huesca¹, and M. A. Pérez Cruz^{1, #}

¹Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Edif. FCQ 10, 18 Sur y Av. San Claudio, Ciudad Universitaria, 72570 Puebla, Pue., Mexico

²Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Edif. 9, Unidad Prof. Adolfo López Mateos, Col. San Pedro Zacatenco, 07738 Ciudad de México, Mexico

[#]e-mail: maria.perezc@correo.buap.mx

A series of Fe catalysts doped in SBA-15 was synthesized in one step by the EISA method at room temperature and without inorganic acids. Every catalyst was characterized by XRD, N₂ adsorption, SEM–EDS, FTIR and UV-Vis Diffuse Reflectance, and their catalytic activity was evaluated by performing a 2-propanol decomposition reaction. The ordered mesoporous structure was confirmed for SBA-15 silica by XRD and N₂ adsorption studies. Even though the pore order was reduced through the incorporation of Fe into the silica framework, the mesostructured characteristics were maintained. In addition, the morphology of these catalysts prepared by this method was revealed, and the amount of Fe added to the catalysts was maintained at the end of the synthesis with only small losses. Isolated Fe³⁺ species in a tetrahedral location were identified by UV-Vis DR into the framework and extra-framework, respectively. This Fe³⁺ species generated strong acidic sites, whose acidity increased due to the addition of Fe, producing a high conversion and selectivity of propene greater than 99% for all the catalysts. The relation between the amount of Fe, the coordination of Fe species, the creation of acidic sites in the catalysts, and their effect on 2-propanol decomposition was analyzed based on the information obtained in this work.

Keywords: Fe–SBA-15 catalysts, EISA, 2-propanol decomposition