**Непрямое гидрирование CO2 с использованием медных катализаторов на основе пористых ароматических каркасов**

***Оськина Е.Д., Макеева Д.А.***

*Студент, 6 курс специалитета*

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

*химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: oskina\_ed@mail.ru*

Каталитическое превращение CO2 – доступного и нетоксичного строительного C1‑блока – в химические вещества с высокой добавленной стоимостью является актуальной задачей. Использование каталитических систем прямого гидрирования CO2 ограничено жесткими условиями проведения реакции (220–300℃, 50–100 атм). Ввиду этого, интерес представляет гидрирование этиленкарбоната (ЭК), получение которого из оксида этилена и CO2 является промышленно освоенным процессом [1].

Широкое распространение в реакциях гидрирования сложных эфиров получили каталитические системы на основе меди благодаря их высокой селективности к разрыву связей C–O и низкой способности к разрыву связи C–C, способствующей снижению доли побочных процессов. Активность данных систем, в свою очередь, обусловлена синергетическим эффектом Cu0 и Cu+: Cu0 активирует Н2, а центры Cu+ способствуют поляризации связи C=O. Также активность медных катализаторов зависит от выбора носителя, определяющего морфологию частиц активной фазы, электронные и геометрические параметры активных центров. Целью нашей работы было исследование закономерностей гидрирования этиленкарбоната с использованием медных катализаторов на основе немодифицированных и модифицированных NH2-группами пористых ароматических каркасов (Рис. 1).



**Рис.1.** Структура PAF-30: (**A)** немодифицированных, (**Б)** азотсодержащих.

На основе немодифицированных и модифицированных аминогруппами пористых ароматических каркасов были синтезированы катализаторы с содержанием меди 10 масс.%: Cu–PAF-30 и Cu–PAF-30-NH2, соответственно. Иммобилизацию наночастиц в структуру пористых ароматических каркасов осуществляли путем их пропитки раствором ацетата меди (II) с дальнейшим восстановлением металла водородом. Варьировали условия восстановления катализаторов: температуру (200-400℃) и время (2-3 ч), по результатам экспериментов в дальнейшем проводили восстановление при 300℃ в течение 2 часов. Полученные катализаторы испытывали в реакции гидрирования этиленкарбоната. Исследовали влияние условий на протекание реакции: давления (30-50 атм H2), температуры (150-250℃ с шагом 25℃) и мольного соотношения ЭК/Cu (50-400). По результатам каталитических испытаний предпочтительными условиями были выбраны 50 атм H2, 200℃ и соотношение ЭК/Cu = 200 (мольн.). Основными продуктами реакции во всех случаях были этанол и этиленгликоль (ЭГ). Катализатор Cu‑PAF‑30‑NH2 демонстрировал стабильность на протяжении пяти циклов повторного использования.

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

**Литература**

1. Fayisa B.A. et al. Engineered Chemical Utilization of CO2 to Methanol via Direct and Indirect Hydrogenation Pathways: A Review // Ind. Eng. Chem. Res. 2022. Vol. 61, № 29. P. 10319–10335.