**In- и Ru,In-содержащие катализаторы гидрирования СО2 в метанол:   
влияние состава и условий синтеза на характеристики катализатора**

***Ефремов Р.А.1, Машкин М. Ю.1,2, Баткин А.М.2***

*Студент, 1 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
химический факультет, Москва, Россия*

*2Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского РАН, Москва, Россия*

*E-mail: roman\_yefremov@mail.ru*

За последние годы уровень выбросов CO2 в атмосферу резко возрос. Одним из перспективных путей утилизации СО2 является реакция его гидрирования с получением метанола, также возможно образование СО и диметилового эфира. В промышленности при получении метанола из синтез-газа используются преимущественно катализаторы состава CuO-ZnO-Al2O3. Однако последнее десятилетие активно исследуют катализаторы на основе оксида индия, которые показывают более высокую селективность по метанолу — промышленно значимому продукту. Для повышения активности катализаторов часто дополнительно вводят небольшие количества благородных металлов, поскольку оксид индия обладает не очень высокой способностью к активации молекул водорода.

В ходе работы был синтезирован носитель ZrO2 осаждением из раствора нитрата цирконила с помощью аммиака с последующей сушкой и прокаливанием при 350 °С в течение 4 часов. На его основе методом пропитки по влагоемкости раствором нитрата индия (III) был получен образец 5In2O3/ZrO2, с аналогичной процедурой сушки и прокаливания, а далее образец 0.5Ru/5In2O3/ZrO2 нанесением раствора Ru(OH)Cl3. Также были приготовлены образцы сравнения на коммерческом ZrO2, допированном оксидом лантана. Катализаторы были исследованы методами РФА, СЭМ-РСМА, низкотемпературной адсорбции-десорбции азота и протестированы в реакции гидрирования СО2.

Методом РФА установлено, что была получена аморфная модификация ZrO2. Результаты низкотемпературной адсорбции-десорбции азота для катализатора 5In2O3/ZrO2 показали, что образец мезопористый.

В реакции гидрирования CO2 наибольшая конверсия CO2 (80 % при 285 °С) достигается на образце 0.5Ru/ZrO2(La), однако при околонулевой селективности по метанолу, гидрирование происходит преимущественно с образованием метана. Самую высокую селективность по метанолу демонстрируют образцы 5In2O3/ZrO2(La) и 0.5Ru/5In2O3/ZrO2(La), но при этом образец 5In2O3/ZrO2(La) показывает высокую селективность уже при 225 °C. Таким образом, лучшими характеристиками из полученных образцов обладает 5In2O3/ZrO2(La): при повышении температуры до 310 °C практически не происходит потери селективности по метанолу, наблюдается ее снижение до 84 % при конверсии СО2 2.6 %, производительность составила 0.25 гметанолгкат−1ч−1.



Рис. 1. **A** Зависимость производительности и **B** селективности по метанолу от температуры в реакции гидрирования CO2

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 23-73-30007)*