

## ПОЛУЧЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

*Саблин Никита Дмитриевич, студент*  
*Сидоров Олег Юрьевич, проф., д-р. техн. наук*  
*Аристова Наталья Алексеевна, доц., канд. техн. наук*  
*E-mail: sidorov-ou-62@yandex.ru*

*Нижнетагильский технологический институт (филиал) УрФУ*  
*г. Нижний Тагил, РФ*

**Аннотация.** Для синтеза образцов катализаторов для синтеза метанола были выбраны смешанные оксиды CuO-ZnO (43:53) и CuO-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (66:17:17). Синтез катализаторов был осуществлен по известной методике методом соосаждения. Подробно описана методика получения катализаторов. Для тестирования каталитической активности катализаторы прессовали при давлении 20 МПа, полученные таблетки дробили и просеивали для получения фракции 0,8–1,5 мм. Синтезированные образцы катализаторов для синтеза метанола были охарактеризованы методом ИК-спектроскопии и рентгенофазового анализа. Анализ ИК-спектров образцов катализатора показал присутствие на их поверхности молекул координированной воды, свободных гидроксигрупп, а также присутствие гидроксикарбоната металла, образующегося при сорбции углекислого газа из воздуха.

Метанол является достаточно значимым для экономики органическим продуктом. Существуют различные способы получения метанола, в частности, термическое разложение формиатов, гидрирование метилформиата, каталитическое частичное окисление метана, каталитическое гидрирование окиси и двуокиси углерода [1].

Исходное газообразное сырье для синтеза метанола может быть получено в результате конверсии, например, природного газа, коксового газа, жидких углеводородов (нефти, мазута), а также твердого топлива (угля, сланцев) [1]. В связи с этим интенсификация технологических получения метанола, в частности, с применением катализаторов является актуальным.

Для синтеза образцов катализаторов для синтеза метанола (КСМ) на основании литературного обзора [2-4] были выбраны смешанные оксиды CuO-ZnO (43:53) и CuO-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (66:17:17) (рис. 1). Синтез катализаторов был осуществлен по известной методике методом соосаждения [5].

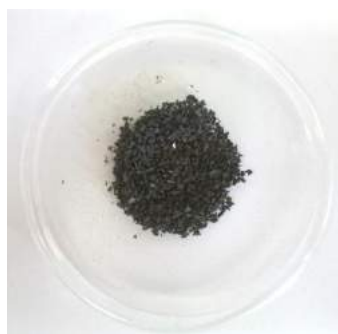


Рис. 1. Катализатор для синтеза метанола CuO-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (66:17:17)

*Общая методика синтеза CuO-ZnO (43:53) и CuO-ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (66:17:17).* В 1,25 М водный раствор нитратов соответствующих металлов при постоянном перемешивании добавляют по каплям 0,25 М раствор Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> до pH раствора 7–8. Реакционную смесь выдерживают при температуре 80°C и постоянном перемешивании в течении 2,5 ч. По окончании

реакции выпавший осадок фильтруют и промывают большим количеством дистиллированной воды для удаления ионов  $\text{Na}^+$ . Полученный осадок высушивают при  $110\text{ }^\circ\text{C}$  в течении 12 ч на воздухе, а затем прокаливают при  $350\text{ }^\circ\text{C}$  в течении 12 ч (см. рис. 2).

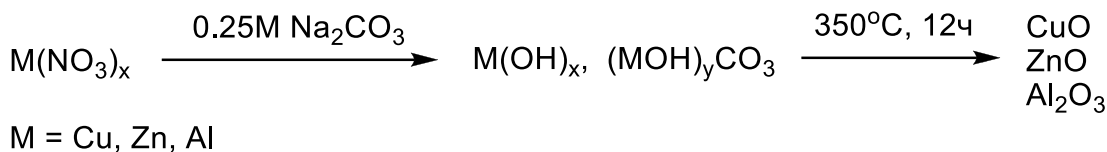


Рис. 2. Схема синтеза катализатора

Для тестирования каталитической активности катализаторы прессовали при давлении 20МПа, полученные таблетки дробили и просеивали для получения фракции 0,8–1,5 мм.

Синтезированные образцы КСМ были охарактеризованы методом ИК-спектроскопии и рентгено-фазового анализа. Характеристики поверхности (табл. 1) определяли методом Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ) (сорбция азота).

Таблица 1

Характеристики синтезированных образцов КСМ

Образец	Удельная поверхность $S_{\text{уд}}, \text{M}^2/\text{Г}$	Объем пор $V_{\text{пор}}, \text{см}^3/\text{Г}$	Средний размер пор $D_{\text{пор}}, \text{нм}$
CuO-ZnO	53	0,76	39
CuO-ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48	0,25	21

Удельная поверхность и характеристики пор, полученных нами образцов, соответствуют характеристикам катализаторов, описанных в литературе. Для катализатора, синтезированного из раствора, содержащего нитрат алюминия, наблюдается меньший размер пор.

Анализ рентгенограмм (рис. 3) показал, что главными компонентами образцов являются CuO и ZnO. Рентгенограмма образца CuO-ZnO идентична литературным данным [3, 4].

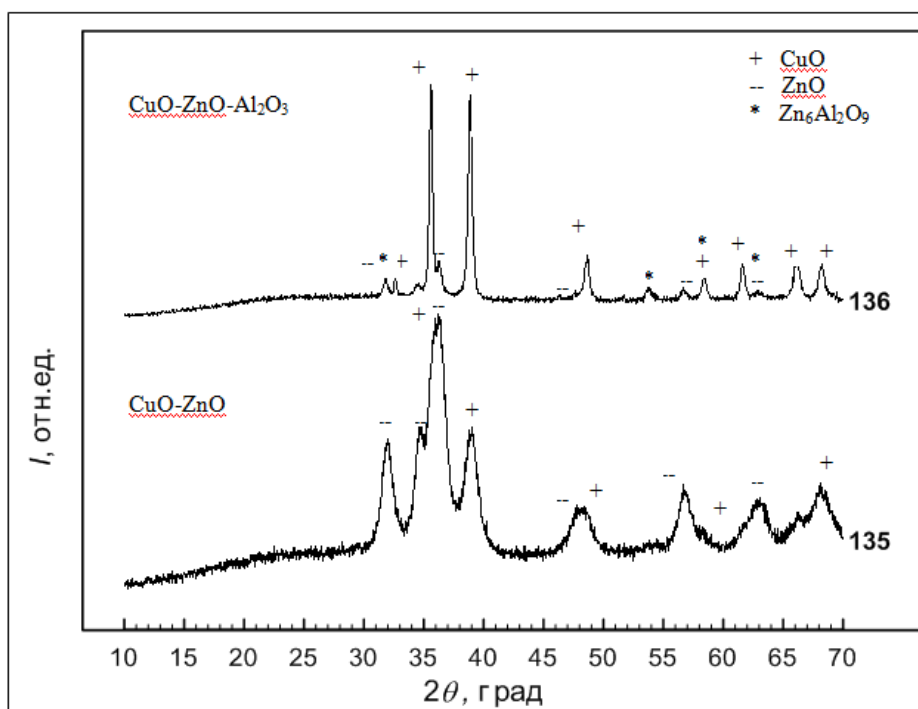


Рис. 3. Рентгено-фазовый анализ образцов

В рентгенограмме образца  $\text{CuO-ZnO-Al}_2\text{O}_3$  отсутствуют пики, соответствующие оксиду алюминия, и наблюдаются пики, характерные для алюмината цинка  $\text{Zn}_6\text{Al}_2\text{O}_9$ . По-видимому, из-за низкого содержания исходного нитрата алюминия произошло его полное превращение в алюминат цинка, что не противоречит литературным данным [3, 4].

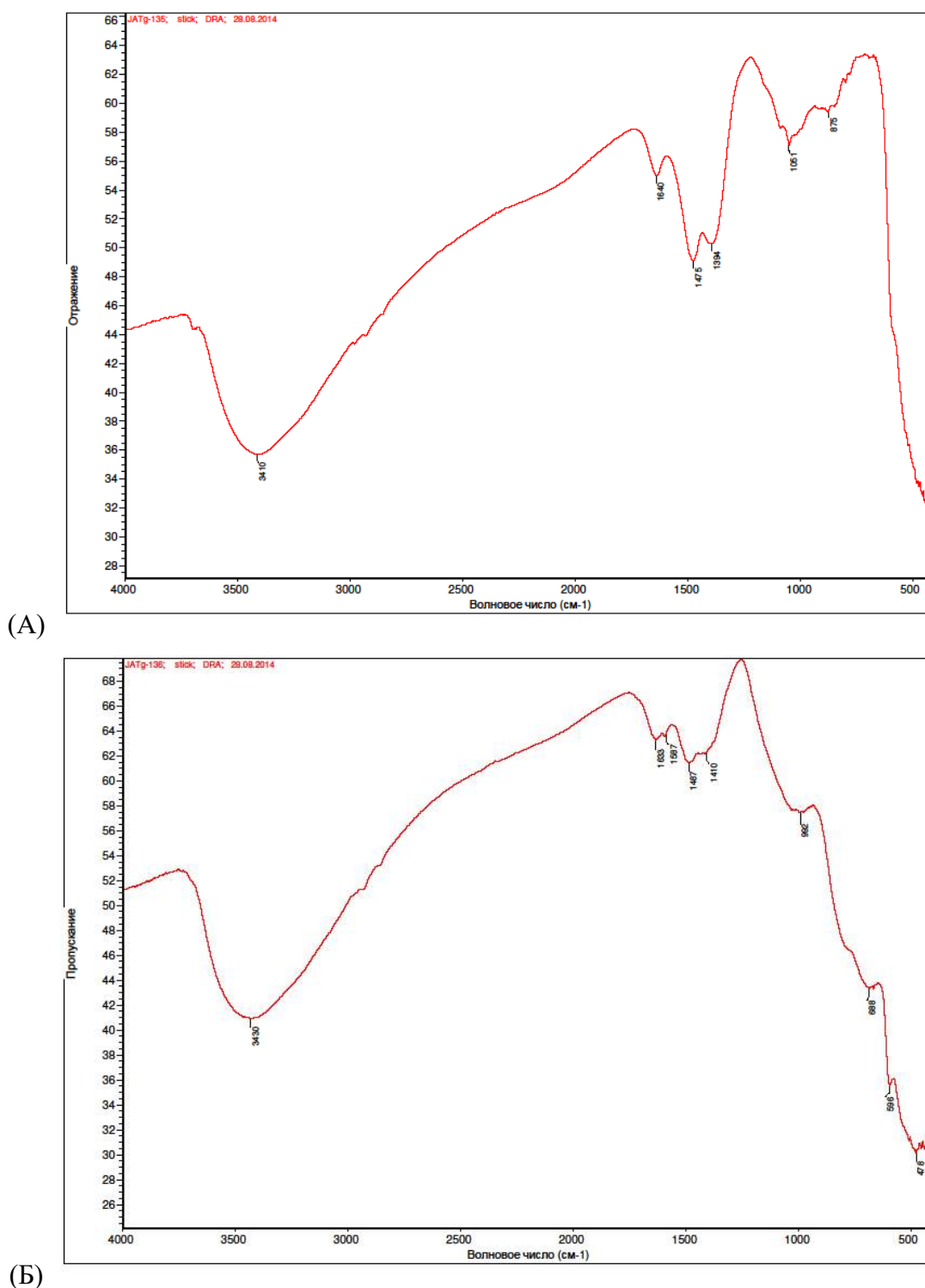


Рис. 4. ИК-спектры (А)  $\text{CuO-ZnO}$ , (Б)  $\text{CuO-ZnO-Al}_2\text{O}_3$

Анализ ИК-спектров обоих образцов показал присутствие на их поверхности молекул координированной воды, свободных гидроксигрупп, а также присутствие гидроксикарбоната металла, образующегося при сорбции углекислого газа из воздуха (табл. 2, рис. 4).

Данные ИК-спектров синтезированных образцов КСМ

Катализатор	$\nu$ Э-О	$\delta$ H <sub>2</sub> O	$\nu$ OH	$\nu$ O-C-O
CuO-ZnO	436, 875	1640	3411	1475, 1394
CuO-ZnO-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	688-478	1633	3430	1487

## Библиографический список

1. Кемалов, Р. А. Технологии получения и применения метанола / Р. А. Кемалов, А.Ф. Кемалов. – Казань : Казан. ун-т, 2016. – 167 с.
2. Розовский, А. Я. Экологически чистые моторные топлива на базе природного газа / А. Я. Розовский // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – 13. – 701–712.
3. Патент US 1908696. В.Ф. Dodge. Catalyst for methanol manufacture and method of producing same, 1933.
4. Патент US 20120083539. Fu Q., Zhang X., Luo Y., Mu X., Zong B. Process for preparing methanol, dimethyl ether and low carbon olefins from syngas, 2012.
5. Сальникова, Е. В. Методы концентрирования и разделения : методические указания / Е. В. Сальникова, Е. А. Осипова // Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 67 с.