

УДК 536.46; 541.1

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТВОРНОГО СВС НАНОПОРОШКОВ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ МЕДИ И ХРОМА И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КАТАЛИТИЧЕСКОМ ОКИСЛЕНИИ СО

В.А. Новиков, А.В. Комзолов, А.А. Жадяев

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Рассмотрена проблема защиты окружающей среды от вредного воздействия монооксида углерода за счет использования дорогостоящих катализаторов. Показаны перспективы удешевления современных катализаторов. Изучены закономерности получения нанопорошков на основе оксидов меди и хрома методом растворного самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Исследовано влияние соотношения Cu/Cr в смеси исходных компонентов на фазовый состав, морфологию синтезированных порошков и их каталитические свойства в реакции окисления монооксида углерода. Показаны перспективы использования метода растворного СВС как способа получения катализаторов для реакции каталитического окисления монооксида углерода.

Ключевые слова: нанопорошок, медно-хромовая шпинель, катализаторы, окисление, монооксид углерода, растворный самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

Введение

Монооксид углерода (СО) является токсичным и вредным загрязнителем воздуха. Его влияние распространяется не только на человека, но также на растительный и животный мир и косвенно увеличивает глобальное потепление. Низкотемпературное окисление СО на катализаторах является одним из путей решения проблемы снижения выбросов в атмосферу монооксида углерода [1, 2]. Современные катализаторы для окисления СО в СО₂ имеют в своем составе дорогостоящие металлы платиновой группы: Pt, Pd, Rh [3].

Растущие цены на металлы платиновой группы, небольшой срок эксплуатации катализаторов мотивируют производителей уменьшать содержание драгоценного металла в катализаторах или находить замену для данных металлов [4, 5]. Одними из наиболее распространенных и перспективных катализаторов для окисления монооксида углерода, не содержащих в своем составе драгоценных металлов, являются катализаторы на основе оксидов меди CuO и хрома Cr₂O₃ [6, 7]. Современные исследования соединений состава Cu-Cr-O выявили каталитическую активность следующих соединений – шпинелей CuCr₂O₄ и CuCrO₂, которые являются продуктом химических реакций: CuO + Cr₂O₃ = CuCr₂O₄ и Cu₂O + Cr₂O₃ = CuCrO₂. Наличие данных шпинелей в составе катализатора влияет на его теплостойкость и каталитическую активность в реакции окисления монооксида углерода [8].

*Владислав Александрович Новиков, аспирант.
Александр Вячеславович Комзолов, студент.
Александр Александрович Жадяев, студент.*

Бурно развивающимся способом синтеза наноматериалов является «горение растворов», или растворный самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), который основан на самоподдерживающейся экзотермической реакции взаимодействия растворенных компонентов на основе систем, содержащих окислитель (нитрат металла) и восстановитель [9, 10].

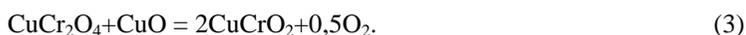
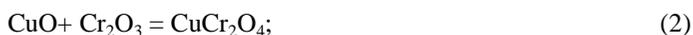
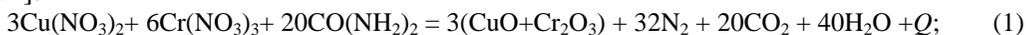
Этот метод позволяет получить недорогие оксидные катализаторы в виде наноразмерных порошков (размер частиц менее 100 нм), которые обладают очень высокой каталитической активностью при температуре окружающей среды. Получение соединений состава Cu-Cr-O данным методом является перспективным направлением синтеза шпинелей CuCr_2O_4 и CuCrO_2 , так как в этом случае не требуется дополнительного температурного отжига. Здесь исходными реагентами выступают нитраты металлов в качестве окислителей и мочевины в качестве горючего.

Целью данной работы было исследование возможности синтеза методом растворного СВС катализаторов на основе соединений Cu-Cr-O, в том числе содержащих в своем составе шпинели CuCr_2O_4 и CuCrO_2 .

Синтез методом СВС наноматериалов на основе Cu-Cr-O соединений, в том числе CuCrO_2 , с использованием растворов нитратов меди и хрома и восстановителя описан в работах [11–13]. В качестве горючего использовались глицин [11] или лимонная кислота [12, 13], источниками Cu и Cr в синтезируемых соединениях выступали нитраты этих металлов. Синтез проводился в несколько этапов: подготовка раствора, медленное выпаривание воды (без кипения раствора), высушивание геля (в течение 24 ч), прокалка синтезированного образца при высокой температуре длительное время (6 ч). Используемая в данной работе методика отличается значительно меньшей длительностью, так как реакционный раствор сжигается сразу (без медленного выпаривания) и конечный продукт не требует дополнительного отжига. Кроме этого, в работах [11–13] исследовано только стехиометрическое соотношение компонентов и не исследованы каталитические свойства получаемых соединений в реакции каталитического окисления CO. В свою очередь, представляет интерес исследование влияния различного соотношения Cu/Cr с отклонением от стехиометрического на каталитические (окисление CO) и физико-химические свойства получаемых порошков.

Материалы и методы

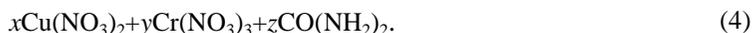
Уравнения химического взаимодействия при стехиометрическом соотношении нитрата меди – $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, нитрата хрома – $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ и мочевины (горючего) – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ для получения целевых сложных оксидов CuCr_2O_4 и CuCrO_2 имеют вид [14]:



Как видно из уравнений (1–3), для получения шпинелей необходимо прохождение реакции $\text{CuO} + \text{Cr}_2\text{O}_3 = \text{CuCr}_x\text{O}_y$. В качестве прекурсора оксида меди CuO был выбран нитрат меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (содержание основного компонента – не менее 98 %). В качестве прекурсора оксида хрома Cr_2O_3 был выбран нитрат хрома $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (содержание основного компонента – не менее 98 %). В качестве горючего (восстановителя) была выбрана мочевины – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (содержание основного компонента – не менее 98 %) из-за высокой химической ак-

тивности данного соединения по сравнению с другими восстановителями, используемыми в реакциях растворного СВС.

В настоящей работе варьировалось соотношение Cu/Cr для изучения возможности получения в продуктах растворного СВС шпинелей состава CuCr_xO_y путем изменения содержания нитратов меди и хрома в исходном растворе, поэтому соотношение исходных реагентов для растворного СВС шпинелей состава CuCr_xO_y имеет более общий вид:



В соответствии с этим соотношением были рассчитаны требуемые массы реагирующих веществ – нитратов металлов (окислителей) и горючего (восстановителя). Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Массы исходных компонентов в различных образцах

№ образца	Массы исходных компонентов, г			Соотношение, % масс., нитратов Cu/Cr в исходной смеси относительно стехиометрии
	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	
1	2,42	0	1,2	100 Cu/0 Cr
2	2,42	1,6	1,92	83,3 Cu/16,7 Cr
3	2,42	3,2	2,64	71,4 Cu/28,6 Cr
4	2,42	4,8	3,36	62,5 Cu/37,5 Cr
5	2,42	6,4	3,48	55,6 Cu/44,4 Cr
6	2,42	8	4,8	50 Cu/50 Cr (стехиометрия)
7	1,93	8	4,56	55,6 Cr/44,4 Cu
8	1,45	8	4,32	62,5 Cr/37,5 Cu
9	0,97	8	4,08	71,4 Cr/28,6 Cu
10	0,48	8	3,84	83,3 Cr/16,7 Cu
11	0	8	3,6	100 Cr/0 Cu

В соответствии с расчетами $x = 0 \% \div 100 \%$, $y = 0 \% \div 100 \%$; образец 6, где $x = y = 50 \%$, соответствует стехиометрическому соотношению компонентов, отвечающему уравнению (1). В образцах 1–5 содержится избыток нитрата меди относительно стехиометрии, а в образцах 7–11 – избыток нитрата хрома.

Процедура взвешивания исходных компонентов производилась на аналитических весах. После взвешивания подготавливались растворы реагирующих компонентов в дистиллированной воде (объем воды для всех опытов составлял 50 мл). Подготовленные растворы сливались в отдельную колбу и перемешивались в течение 10 мин. После этого раствор выливался из колбы в металлическую чашу, установленную в вытяжном шкафу на электрической плите. Чаша накрывалась металлической мелкоячеистой сеткой для предотвращения выбросов порошка во время синтеза, и начинался нагрев реакционного раствора до состояния кипения. В процессе кипения раствора и выкипания в нем дистиллированной воды происходило сгущение раствора с образованием гелеобразного продукта. Дальнейший нагрев приводил к сгущению геля и росту его температуры до дальнейшего его самовоспламенения и сгорания с образованием пенообразного порошкового спека.

Фазовый состав продуктов синтеза определяли на автоматизированном дифрактометре марки *ARL X'tra (Thermo Scientific)* с использованием Cu-излучения при непрерывном сканировании в интервале углов от 20 до 80 град со скоростью 2 град/мин. Исследование морфологии поверхности частиц, а также определение гранулометрического состава порошка проводили на сканирующем электронном микроскопе *JeolJSM 6390A*. Размеры частиц определяли с помощью встроенной функции измерительной шкалы. Каталитическая активность получаемых соединений в реакции окисления монооксида углерода оценивалась по степени превращения (степени конверсии) монооксида углерода CO в диоксид углерода CO₂ в эталонной газовой смеси (99 % воздух + 1 % CO). Для оценки активности синтезированный порошок объемом 10 мл помещался в кварцевую трубку (между двумя слоями огнеупорной ваты), которая устанавливалась в трубчатую печь. Печь с исследуемым порошком нагревалась до требуемой температуры (в проведенных опытах – от 150 до 450 °С с шагом в 100 °С). Температура контролировалась термопарой и соответствовала температуре нагрева порошка. Через нагретый порошок продувалась эталонная газовая смесь со скоростью 2400 ч⁻¹. После прохождения газовой смеси через слой нагретого порошка проводились заборы проб на измерение содержания монооксида углерода. Степень конверсии K_{CO} рассчитывалась по следующей формуле:

$$K_{CO} = \frac{C_{нач} - C_{конеч}}{C_{нач}} \times 100 \%, \quad (5)$$

где $C_{нач}$ = 10000 ppm – начальная концентрация монооксида углерода (для газовой смеси воздух 99 % + CO 1 %), $C_{конеч}$ – концентрация монооксида углерода в ppm после прохождения через нагретый слой синтезированного методом расстворного СВС порошка.

Результаты и обсуждение

В табл. 2 представлены результаты рентгенофазового анализа порошков, полученных методом растворного СВС из системы $x\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + y\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$, разного состава, в соответствии с табл. 1.

Таблица 2

Результаты рентгенофазового анализа

№ образца	Фазовый состав продуктов
1	CuO
2	CuO, Cr ₂ O ₃ , CuCrO ₂ , CuCr ₂ O ₄ , Cu
3	CuO, Cr ₂ O ₃ , CuCrO ₂ , CuCr ₂ O ₄
4	CuO, Cr ₂ O ₃ , CuCrO ₂ , CuCr ₂ O ₄
5	CuO, Cr ₂ O ₃ , CuCr ₂ O ₄
6	CuO, Cr ₂ O ₃ , CuCr ₂ O ₄
7	CuO, Cr ₂ O ₃ , CuCrO ₂
8	CuO, Cr ₂ O ₃
9	Cr ₂ O ₃ , CuO
10	Cr ₂ O ₃ , CuO
11	Cr ₂ O ₃

Как видно из таблицы, постепенное увеличение содержания нитрата хрома Cr(NO₃)₃ в исходной смеси приводит к появлению в продуктах синтеза сложных

оксидов меди и хрома (шпинелей) состава CuCr_2O_4 и CuCrO_2 . Наибольшее содержание CuCrO_2 в продуктах синтеза обнаружено в образцах 2–4, а CuCr_2O_4 – в образцах 5–6. Уменьшение содержания нитрата меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ в исходной смеси компонентов приводит к исчезновению в продуктах реакции сложных оксидов – образцы 8–11. Для систем с избытком нитрата меди характерен взрывной характер протекания реакции, который свидетельствует о высоких температурах горения. Для систем с избытком нитрата хрома характерен спокойный режим горения, который свидетельствует о более низких температурах протекания реакции горения.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что, с одной стороны, увеличение содержания нитрата хрома $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ в системе $x\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + y\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ вызывает уменьшение температуры горения раствора, что, в свою очередь, приводит к более безопасному режиму горения (отсутствию возможности взрывного характера горения); с другой стороны, уменьшение массового содержания нитрата меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ в исходной смеси приводит к уменьшению возможности синтеза соединений CuCr_2O_4 и CuCrO_2 . Из этого следует, что для синтеза соединения CuCrO_2 методом растворного СВС оптимальными являются соотношения компонентов, соответствующие образцам 2, 3, 4, 7, а для синтеза CuCr_2O_4 – рецептуры, соответствующие образцам 5, 6 (см. табл. 1).

В табл. 3 представлены результаты микроскопического исследования морфологии и гранулометрического состава частиц продуктов растворного СВС из системы $x\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + y\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ разного состава в соответствии с табл. 1.

Таблица 3

Результаты микроскопического исследования

№ образца	Размеры частиц	Морфология поверхности
1	160÷350 нм	Сферические частицы с четко выраженной границей
2	140÷230 нм	Сферические частицы с четко выраженной границей
3	280÷310 нм	Округлые частицы неправильной формы с рыхлой составляющей между частицами
4	240÷270 нм	Конгломераты частиц неправильной формы с рыхлой составляющей между частицами
5	250÷370 нм	Конгломераты частиц неправильной формы с рыхлой составляющей между частицами
6	380÷430 нм	Рыхлая составляющая с небольшим количеством агломерированных частиц неправильной формы
7	400÷600 нм	Рыхлая составляющая с небольшим количеством агломерированных частиц неправильной формы
8	400÷600 нм	Высокопористая рыхлая составляющая
9	500÷680 нм	Высокопористая рыхлая составляющая
10	700÷860 нм	Перьевидная рыхлая составляющая
11	0,6÷1,2 мкм	Перьевидная рыхлая составляющая

Как видно из табл. 3, продукты синтеза для системы с отсутствием $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ в исходной смеси представляют собой наноразмерные частицы сферической формы – частицы оксида меди CuO (образец 1). Увеличение содержания $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ при неизменном количестве $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ приводит к появлению рыхлой

составляющей, состоящей из частиц Cr-содержащих соединений, которая выступает в качестве разделителя для частиц CuO – образцы 2–6. Для образцов с недостатком $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ частицы синтезированного порошка представляют собой наноразмерные частицы, собранные в микроразмерные агломераты, которые при небольших увеличениях имеют вид высокопористых перьевидных частиц.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что для синтеза наноразмерных порошков на основе $\text{Cu}_x\text{Cr}_y\text{O}_z$ методом растворного СВС следует выбирать составы с избытком $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ в исходной смеси относительно стехиометрии. Увеличение содержания $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ приводит к «растворению» частиц оксида меди CuO в «среде» оксида хрома Cr_2O_3 . Из полученных на сканирующем электронном микроскопе данных можно сделать предположение, что образование шпинелей CuCr_2O_4 и CuCrO_2 происходит на границе частиц CuO и Cr_2O_3 . Также в системах с недостатком $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ количество образованных наноразмерных частиц выше, чем в системах с избытком $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$.

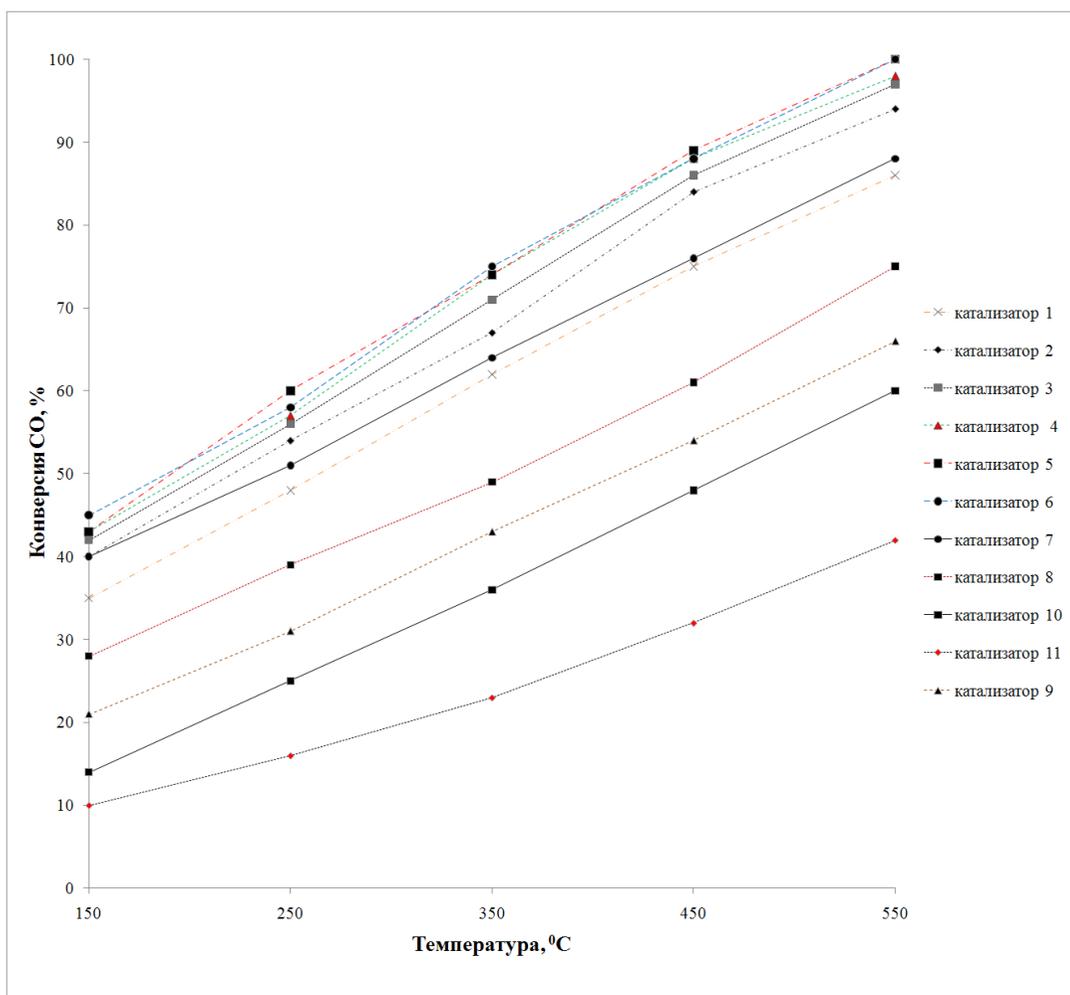


Рис. 1. Зависимость степени превращения монооксида углерода в диоксид углерода от температуры нагрева для катализаторов СВС-Р системы $x\text{Cu}(\text{NO}_3)_2+y\text{Cr}(\text{NO}_3)_3+\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Для оценки каталитических свойств порошков были проведены эксперименты по исследованию зависимости степени конверсии монооксида углерода CO от свойств синтезированных порошков и температуры нагрева. На рис. 1 представлена зависимость конверсии (степени превращения) монооксида углерода в диоксид углерода от температуры нагрева для различных катализаторов, которые представляют собой продукты горения смесей с соответствующим номером. Как видно из рисунка, для образцов с содержанием $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ в исходной шихте выше 16,7 % (образцы 1–9, см. табл. 1) степень превращения CO в CO_2 составляет выше 50 %, а для образцов 1–3 (состоят из наноразмерных частиц Cu-Cr содержащих соединений) при той же температуре – свыше 80 %. В свою очередь, образцы 1 и 2 обладают степенью конверсии $K_{\text{CO}} \approx 80\%$ при температуре 350 °С, что является хорошим показателем.

На рис. 2 представлена зависимость конверсии монооксида углерода от содержания нитрата меди в исходной смеси компонентов системы $x\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + y\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Как видно из рисунка, наибольшим каталитическим эффектом обладают порошки с содержанием нитрата меди в исходной смеси 71,4–100 %.

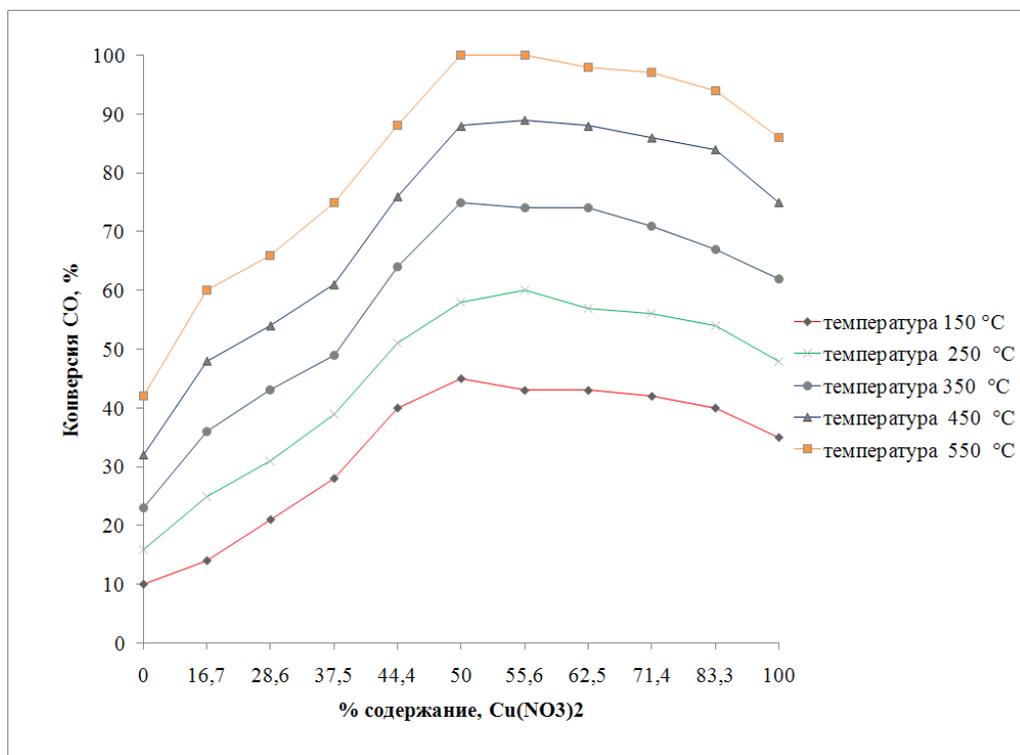


Рис. 2. Зависимость степени превращения монооксида углерода в диоксид углерода от содержания нитрата меди в исходной смеси для катализаторов СВС-Р системы $x\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + y\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Следует особо отметить, что для всех рассмотренных образцов наблюдается способность к низкотемпературному (температура 150 °С) окислению монооксида углерода.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что порошки, полученные методом растворного СВС, обладают достаточной площадью удельной поверхности и достаточным количеством активных каталитических центров, необходимых для использования их в качестве катализаторов в реакции каталитического окисления СО.

Заключение

Были проведены исследования по изучению возможности синтеза методом растворного СВС каталитически активных порошков на основе соединений Cu-Cr-O, в том числе содержащих в своем составе шпинели CuCr_2O_4 и CuCrO_2 . В качестве прекурсоров использовались следующие соединения: нитрат меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, нитрат хрома $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. В проведенных экспериментах варьировалось содержание нитратов в исходной смеси для выявления их влияния на физико-химические и каталитические свойства получаемых порошков. Как видно из полученных результатов, синтез соединений CuCr_2O_4 и CuCrO_2 , в том числе наноразмерных частиц CuCr_2O_4 и CuCrO_2 , возможен для систем с избытком нитрата меди в смеси исходных компонентов относительно стехиометрического соотношения. Увеличение содержания нитрата хрома $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ приводит к укрупнению частиц продуктов синтеза и исчезновению сложных оксидов CuCr_2O_4 и CuCrO_2 в синтезированных порошках. Оптимальным составом является стехиометрическое соотношение нитратов $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ или небольшое отклонение от стехиометрии в сторону увеличения содержания нитрата меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Синтезированные порошки обладают высокой каталитической активностью (степенью конверсии $K_{\text{CO}} \approx 80\%$ при температуре 350°C), что обусловлено наличием активных каталитических центров и высокой площадью удельной поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Twenty-five years after introduction of automotive catalysts: what next? / *M. Shelef, and R.W. McCabe* // *Catal. Today*. – 2000. – № 62. – p. 35.
2. *Lenaers G.* On-board real life emission measurements on a 3-way catalyst gasoline car in motorway-, rural- and city traffic and two Euro-1 diesel city buses // *Sci. Total Environ.* – 1996. – № 139. – p. 189-190.
3. Onboard fuel conversion for hydrogen-fuel-cell-driven vehicles / *D.L. Trimm, and Z.I. Önsan* // *Catal. Rev. Sci. Eng.* – 2001. – № 43. – p. 31-84.
4. Study on the CO Oxidation over Ceria-Based / *Marco Piumetti, Tahrizi Andana, Samir Bensaid, Nunzio Russo, Debora Fino, Raffaele Pirone* // *Nanocatalysts, Nanoscale Research Letters*. – 2016. – № 11. – p. 165.
5. Selective CO oxidation over CuO-CeO₂ catalysts prepared via the urea-nitrate combustion method / *Avgouropoulos G., Ioannides T.* // *Applied Catalysis A: General*. – 2003. – № 244. – p. 155-167.
6. Deactivation of Cu – Cr/ γ -alumina Catalysts for Combustion of Exhaust Gases / *Krasimir Ivanov, Dimitar Dimitrov, Boyan Boyanov* // *International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering*. – 2011. – № 1. – p. 270-276.
7. Investigation of catalytic oxidation of carbon monoxide over a Cu–Cr-oxide catalyst made by self-propagating high-temperature synthesis / *G. Xanthopoulou, G. Vekinis* // *Applied Catalysis B: Environmental*. – 1998. – № 19. – p. 37-44.
8. Interaction of Hydrogen with Copper-Containing Oxide Catalysts: V. Structural Transformations in Copper Chromite During Reduction-Reoxidation / *L.M. Plyasova, I.Y. Molina, T.A. Kriger, L.P. Davydova, V.V. Malakhov, L.S. Dovlitova, T.M. Yur'eva* // *Kinet. Catal.* – 2001. – № 42. – p. 126–131.
9. Combustion Synthesis and Characterization of Nanocrystalline CeO₂-Based Powders / *Mokkelbost T., Kaus I., Grande T., Einarsrud M.* // *Chem. Mater.* – 2004. – № 16. – p. 5489-5494.

10. Direct Synthesis of Iron Oxide Nanopowders by the Combustion Approach: Reaction Mechanism and Properties / *Deshpande K., Mukasyan A., Varma A.* // Chem. Mater. – 2004. – № 16. – p. 4896-4904.
11. Antibacterial property of CuCrO₂ nanopowders prepared by a self-combustion glycine nitrate process / *Yung-Tang Nien, Mon-Ru Hu, Te-Wei Chiu, Jaw-Shiow Chu* // Materials Chemistry and Physics. – 2016. – № 179. – p. 182-188.
12. Fabrication and electrochemical properties of CuCrO₂ anode obtained by a sol-gel method / *Pengfei Wang, Peng Li, Ting-Feng Yi, Xiaoting Lin, Yan-Rong Zhu, Lianyi Shao, Miao Shui, Nengbing Long, Jie Shu* // Ceramics International. – 2015. – № 41. – p. 6668-6675.
13. Cu-Cr-O nanocomposites: Synthesis and characterization as catalysts for solid state propellants / *Wei Li, Hua Cheng* // Solid State Sciences. – 2007. – № 9. – p. 750-755.
14. Preparation of p-type conductive transparent CuCrO₂:Mg thin films by chemical solution deposition with two-step annealing / *T.W. Chiu, S.W. Tsai, Y.P. Wang, K.H. Hsu* // Ceram. Int. – 2012. – № 38. – p. 673-676.

Статья поступила в редакцию 10 февраля 2017 г.

INVESTIGATION OF SOLUTION SHS OF COMPLEX COPPER AND CHROMIUM OXIDES NANOPOWDERS AND THEIR APPLICATION IN CATALYTIC OXIDATION OF CO

V.A. Novikov, A.V. Komzolov, A.A. Zhadyaev

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100, Russian Federation

The problems of environmental protection from the harmful effects of carbon monoxide, due to the use of expensive catalysts were considered. The prospects for cheaper modern catalysts were shown. The regularities of obtaining nanopowders on the basis of oxides of copper and chromium by solution self-propagating high-temperature synthesis (SHS) were considered. The influence of the ratio of Cu/Cr in the mixture of initial components on the phase composition, the morphology of the synthesized powders and their catalytic properties in the oxidation of carbon monoxide was investigated. The prospects of using the solution SHS as a method for producing catalysts for the catalytic oxidation of carbon monoxide were shown.

Keywords: *nanopowder, copper-chromium spinel, catalysts, oxidation, carbon monoxide, solution self-propagating high-temperature synthesis.*

*Vladislav A. Novikov, Postgraduate Student.
Alexander V. Komzolov, Student.
Alexander A. Zhadyaev, Student.*