

УДК 669.2

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ Al-Fe-Al₂O₃ И Al-Co-Al₂O₃

Роман Сергеевич Трошин

Бакалавр 4 курса,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана

Научный руководитель: Р.С. Фахуртдинов,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

Создание функциональных композиционных материалов на основе алюминидов — интерметаллидов систем Al-Fe-Al₂O₃, Al-Co-Al₂O₃ — с оптимальными структурно-фазовыми характеристиками является актуальной задачей в связи с перспективами их применения в машиностроении, энергетике, нефтеперерабатывающей и химической промышленности, где востребованы материалы с повышенными удельными механическими и физико-химическими свойствами. Преимуществом композитов на основе алюминия и его интерметаллидов, таких как Al₃Fe, Al₁₃Fe₄, Al₂Fe, Al₅Fe₂, Al₁₃Co₄, является отсутствие в их составе дорогостоящих компонентов (драгоценных и редких металлов). В частности, в последнее время большой интерес проявляется к разработке технологии производства катализаторов на основе Al-Fe, Al-Co интерметаллидов для эффективной переработки попутных газов в нефтеперерабатывающей и химической промышленности. Композиты системы Al-Fe также востребованы в качестве конструкционных материалов для судо-, авиа-, машиностроения и энергетике. Благодаря широкому использованию современных методов структурного анализа, за последние 10 лет был достигнут большой прогресс в изучении процессов синтеза интерметаллидов и механизмов формирования требуемого структурно-фазового состояния композитов и сплавов систем Al-Fe и Al-Co. Все это дало толчок развитию технологических методов изготовления композиционных изделий на основе Al-Fe и Al-Co (слоистых, волокнистых и дисперсных композитов, в том числе защитных антикоррозионных и антифрикционных покрытий) с более высоким уровнем свойств и повышенным ресурсом износостойкости и долговечности.

Целью исследований являлось экспериментальное исследование структуры сплавов систем Al-Fe-Al₂O₃, Al-Co-Al₂O₃.

Для получения данных материалов использовались порошки технической чистоты Al ($\geq 99\%$), Fe ($\geq 99,4\%$), Co ($\geq 99,5\%$).

Образцы были подвержены термической обработке – отжигу в вакууме при температурах 700 и 900 \pm 5 °С со скоростью нагрева 10 °С/мин без выдержки при достижении указанных температур.

Смешивание и механическое легирование, осуществлялось непосредственно в лабораторной мельнице планетарного типа со стальными шарами (Ø10мм, рабочие тела) при режиме средней интенсивности 300 об/мин без поверхностно-активных веществ.

Эти параметры были выбраны на основании опыта работы с алюмосодержащими композитами и литературным данным. Фактором варьирования являлось время помола в диапазоне значений от 30 мин. до 90 мин., т.к. ранее было экспериментально установлено, что более длительный помол приводит к значительному налипанию алюминия на рабочие тела. Данное явление приводит к снижению «выхода годного» получаемого материала и является важным практическим ограничением.

В результате были получены образцы следующего состава:

- FeAl (50%Fe и 50%Al)
- CoAl (50%Co и 50%Al)
- FeAl+ γ Al₂O₃ (33%Fe, 33%Al и 33% γ Al₂O₃)
- CoAl+ γ Al₂O₃ (33%Co, 33%Al и 33% γ Al₂O₃)

Металлографический анализ проводился на полированной поверхности шлифов, приготовленных по методике заливки образцов в смолу.

С помощью рентгеноструктурного анализа был определен фазовый состав каждого из образцов.

Таблица 1. Результаты рентгеноструктурного анализа

Образцы	Фазовый состав
FeAl	AlFe ₃ (8,8%), AlFe (19%), Fe ₂ Al ₅ (72,2%)
CoAl	Co ₄ Al ₁₃ (100%)
FeAl+ γ Al ₂ O ₃	Fe ₂ Al ₅ (91,7%), Fe- α (8,3%)
CoAl+ γ Al ₂ O ₃	Al (12,2%), Co- α (46,6%), Co ₂ Al ₅ (35,9%), Al ₂ O ₃ - γ (5,3%)

Полученные результаты использовались во время рентгеноспектрального микроанализа, где изучали химический состав отдельных участков.

По результатам исследования был сделан вывод: с увеличением содержания Al частицы становятся более светлыми, чистые Co и Fe обладают более округлыми границами, все соединения имеют хаотичное расположение и их трудно определить визуально.

Литература

1. Артюх В.А., Юсупов В.С., Зеленский В.А., Холин М.С., Фахуртдинов Р.С. Особенности структуры механически легированного Al-Fe порошкового композита. – Физика и химия обработки материалов, 2016, №3.
2. Артюх В.А., Нипан Г.Д., Юсупов В.С. Твёрдофазный синтез интерметаллидов Al₁₃Co₄, Al₁₃Fe₄ и Al₁₃Co₂Fe₂. // Доклады Академии наук. Химия, 2016. Т.471, № 4,
3. Артюх В.А., Нипан Г.Д., Юсупов В.С. Механохимический синтез алюминидов кобальта, железа и титана. – Перспективные материалы. 2017. №1.
4. Артюх В.А., Борщ В.Н., Юсупов В.С., Жук С.Я., Зеленский В.А., Лазаренко Г.Ю., Белелюбский Б.Ф. Особенности твердофазного способа получения порошков катализаторов Al-Fe/SiO₂ и Al-Co/SiO₂. – Физика и химия обработки материалов, 2019
5. Арашанова А.Л. Алюминиды железа, кобальта и титана как катализаторы превращения метанкислородной смеси. – Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Инновации в материаловедении». ИМЕТ РАН.
6. Артюх В.А., Юсупов В.С., Арашанова А.Л., Локтев А.С., Дедов А.Г., Алымов М.И., Зеленский В.А. Получение катализаторов Al-Fe и Al-Co твёрдофазным методом. XIII Российско-Китайский симпозиум «НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ» Казань, 2015