

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рыбакова Антона Дмитриевича
**«Применение различных форм углерода для СВС высокодисперсного
карбида титана в расплаве при получении алюмоматричных
композиционных материалов»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.17 – Материаловедение

Диссертационная работа Рыбакова Антона Дмитриевича посвящена решению актуальной в настоящее время задачи – разработке технологии получения алюмоматричных композиционных материалов, дисперсно-упрочненных керамическими частицами. Эти материалы с частицами из карбида кремния и оксида алюминия широко используются в автомобилестроении и авиастроении. В данной работе в качестве дисперсной фазы использовался новый материал – карбид титана.

В диссертационной работе Рыбакова А.Д.

1. По результатам термодинамических расчетов показана возможность синтеза карбида титана по реакции $Ti + C = TiC$ с применением следующих форм углерода: графит, алмаз, технический углерод, фуллерены C₆₀, C₇₀, углеродные нанотрубки при начальной температуре алюминиевого расплава выше 850 °С.

2. Экспериментальными исследованиями установлено, что все рассмотренные в работе формы углерода являются реакционноспособными и образуют карбид титана в результате реализации процесса СВС в расплаве чистого алюминия. При этом расплав играет роль разбавителя, способствует уменьшению размера частиц синтезируемого карбида титана и образованию его в виде субмикронных частиц. Однако формирования композиционного материала Al-10%TiC оптимального фазового состава удается достичь с использованием только технического углерода марки П-701. Остальные углеродные формы не способствуют достаточной полноте прохождения СВС, а также приводят к формированию нежелательной побочной фазы Al₃Ti.

3. Показано, что расплаве алюминия с добавлением 5% меди все рассмотренные формы углерода являются реакционноспособными и образуют частицы карбида титана субмикронных размеров. Но формирование композиционного материала Al-5%Cu-10%TiC с оптимальными параметрами возможно только с применением технического углерода марки П-701 и углеродных нанотрубок «Таунит».

4. Проведенные исследования механических свойств показали повышение твердости в синтезированных композитах с алюминиевой матрицей на 7,5...27,8%, в образцах с Al-5% Cu матрицей – на 22...46%. Лучшие образцы – Al-5% Cu-10% TiC (П-701) и Al-5% Cu-10% TiC (УНТ) с твердостью 63 и 63,6 НВ соответственно подвергались испытанию на рас-

тяжение и показали значительный рост предела прочности в сравнении с неармированным матричным сплавом Al-Cu: 223 и 203 МПа соответственно по сравнению с 135 МПа. При испытании на сжатие этих образцов предел текучести достиг значений 280 и 240 МПа соответственно, а деформация составила 59,70 и 63,22%.

5. Результаты проведенных экспериментальных исследований показывают, что использование таких углеродных форм как активированный уголь, коллоидный графит и углеродные нанотрубки не дает преимуществ перед использованием технического углерода (сажи) для СВС высокодисперсного карбида титана в расплаве при получении дисперсно-армированных литых алюмоматричных композиционных материалов Al-10%TiC и Al-5%Cu-10%TiC, поэтому для практического применения при изготовлении таких АМКМ методом СВС целесообразно использовать такую форму углерода, как технический углерод (сажа).

Замечания.

1. При иницировании горения смеси Ti + C автор применял зажигающую термитную смесь $Fe_2O_3 + Mg$. Можно было использовать в ней алюминий вместо магния.

2. Автор указывает, что инертная добавка (медь) приводит к снижению температуры СВС-реакции. Согласен, но было бы желательно конкретизировать это утверждение.

В целом диссертация представляет собой законченную работу, содержащую новые результаты, имеющие научную и практическую значимость. Рассматриваемая работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Рыбаков Антон Дмитриевич **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты Рыбакова А.Д.

Кандидат технических наук (специальность 05.17.11 Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов), доцент кафедры

химии и химической технологии *kr* /Юрий Леонидович Крутский/

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Новосибирский государственный технический университет

Адрес: 630073, г. Новосибирск, пр-т. Карла Маркса, д. 20

(383) 346-08-01, +7-953-882-18-92 krutskiy@yandex.ru

29 ноября 2021 г.

Подпись Крутского Ю.Л. заверяю:

Начальник отдела кадров ИИТТ



О. К. Пустовалова