

Цель:

Целью настоящей работы является исследование влияния наиболее распространенных марок порошков при их использовании в исходной шихте $3Ti+x+2C$, где x – Al или Si, на фазообразование, пористость, прочность на сжатие, микро- и макроструктуру материалов, полученных в результате реакции СВС на воздухе без приложения внешнего давления.

Исходные порошки

- титановый порошок пористый марки ТПП-7 с крупным размером частиц (~300 мкм, чистота 98%, ТУ1791-449-05785388-2010),

- графит литейный с крупным размером частиц марки ГЛС-1 (~60 мкм, чистота 87%, зольность не более 13%, влага не более 2%, ГОСТ Р 52729–2007),

- графит коллоидный со средним размером частиц марки С-2 (~15 мкм, чистота 98,5%, зольность не более 1,5%, влага не более 0,5%, ТУ 113-08-48-63–90),

- термическая сажа Т 900 (~0,15 мкм, средний размер агломератов 10 мкм, чистота 99,8%, ГОСТ 7885-86),

- более активная печная сажа П 701 (~0,07 мкм, средний размер агломератов 1 мкм, чистота 99,7%, ГОСТ 7885-86),

- алюминий ПА-4 (~100 мкм, чистота 98%, ГОСТ 6058-73)

- кремний Кр0 (~1-15мкм, чистота 98,8%, ГОСТ 2169-69)

Методика

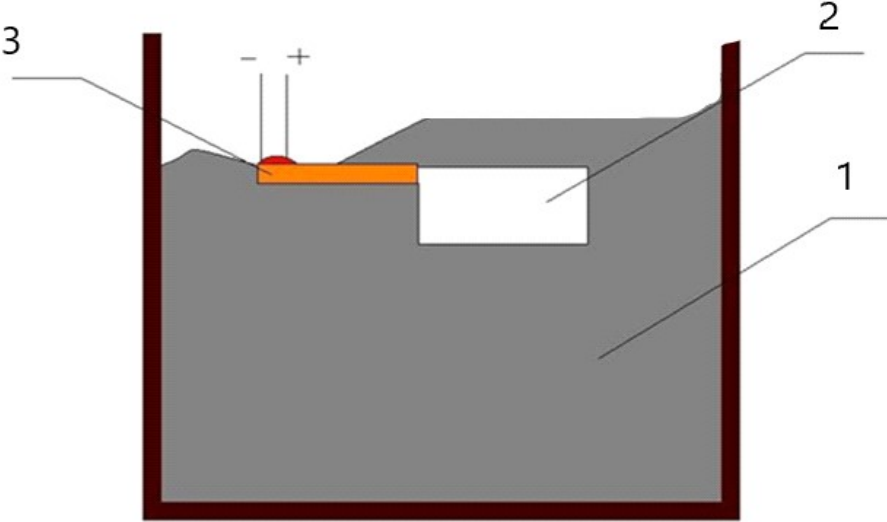


Схема СВС в оболочке из песка. 1 – песок, 2 – заготовка Ti-Al-C, 3 – термитная и зажигательная смесь

Исходные шихты в системе $3Ti+x+2C$, где x – Al или Si, с использованием разных марок порошков углерода спрессовали в пресс-форме односторонним прессованием при давлении 20 МПа и получили цилиндрические заготовки диаметром 23 мм. Массу каждой заготовки составляла 10 граммов. Реакцию СВС (горения) инициировали нихромовой электрической спиралью накаливания. Образцы 2 синтезировали сжиганием на воздухе. Из-за низкой реакционной способности крупных марок порошков для инициирования реакции использовали запальный состав 3 в насыпном состоянии. После синтеза образец присыпался просушенным речным песком 1 для создания барьера от воздушной атмосферы, снижая вероятность образования на стенках образца поверхностных пленок из оксидов и нитридов.

Результаты

Макроструктура образцов, полученных с использованием мелкодисперсной сажи Т 900 и П 701, визуально отличается от образцов с использованием порошковых графитов С-2 и ГЛС-1 наличием крупных, вытянутых в одном направлении, пор по всему объему каркаса размером 3-5 мм в длину. Образцы с использованием графитов в исходной шихте лучше сохранили начальную геометрическую форму заготовок, чем с использованием сажи Т 900 и П 701. Использование порошка графита С-2 обеспечивает высокое содержание МАХ-фаз Ti_3SiC_2 и Ti_3AlC_2 в полученных каркасах. Очевидно, что различный фракционный состав и строение исходных порошков графита и сажи влияет на физико-химические процессы горения и определяет структуру конечного пористого каркаса как МАХ-фазы Ti_3AlC_2 , так и МАХ-фазы Ti_3SiC_2 . Таким образом, порошок графита С-2 в смеси с крупным порошком титана ТПП-7 способствует сохранению начальной геометрической формы и размеров шихтовой СВС-заготовки в большей степени, чем графит ГЛ-1 и порошки сажи Т 900 и П 701, а также обеспечивает более стабильное значение открытой пористости, высокое содержание целевой МАХ-фазы в синтезированном пористом СВС-каркасе и высокие показатели прочности на сжатие.

а

б

в

г

Образцы после СВС в системе Ti (ТПП-7)-Al (ПА-4)-X, где X - марка углерода (а- графит С-2, б – графит ГЛС-1, в – сажа Т 900, г – сажа П 701)

а)

б)

Микроструктура СВС-продукта системы
а) Ti (ТПП-7) - Al (ПА-4) - C (C-2); б) Ti (ТПП-7) - Si (Кр0) - C (C-2)

а

б

Образцы после СВС в системе Ti (ТПП-7)- Si (Кр0)-X, где X - марка углерода (а- графит С-2, б – графит ГЛС-1, в – сажа Т 900)

Исходная система	Общая пористость, %	Открытая пористость, %	Расчетная пористость, %	Прочность на сжатие, МПа	Количество МАХ-фазы, % от общего кол-ва
Ti (ТПП-7)-Al (ПА-4)-C (C-2)	59	40	55	46	52
Ti (ТПП-7)-Al (ПА-4)-C (ГЛС-1)	63	43	61	44	44
Ti (ТПП-7)-Al (ПА-4)-C (Т 900)	51	35	45	56	47
Ti (ТПП-7)-Al (ПА-4)-C (П 701)	55	39	51	60	41
Ti (ТПП-7)- Si (Кр0)-C (C-2)	57	41	53	89	46
Ti (ТПП-7)- Si (Кр0)-C (ГЛС-1)	60	40	56	32	40
Ti (ТПП-7)- Si (Кр0)-C (Т 900)	53	28	50	26	41