

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СПЕКАНИЯ И ВРЕМЕНИ ВЫДЕРЖКИ
НА ПРОЦЕСС УПЛОТНЕНИЯ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА**В.Д. Пайгин

Научный руководитель: А.О. Хасанов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: vpaygin@mail.ru

**INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SINTERING TEMPERATURE AND TIME
OF EXPOSURE ON THE DENSIFICATION PROCESS COMPOSITE MATERIAL**V.D. Paygin

Scientific Supervisor: A.O. Khasanov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenina ave., 30, 634050

E-mail: vpaygin@mail.ru

***Annotation.** Metal matrix composites AMg-B₄C-W were fabricated by spark plasma sintering (SPS) at temperatures from 440 °C and 490 °C. The obtained samples represent higher density close to theoretical. The role of sintering temperature and time of exposure in densification process has been discussed.*

Введение. В связи с развитием современной науки и техники, с каждым днем повышаются требования к материалам конструкционного и функционального назначения. Значительные успехи в сфере создания таких материалов были достигнуты с развитием композиционных материалов с металлической матрицей, упрочненной армирующими частицами, волокнами или усами.

Металломатричные композиты обладают улучшенными свойствами по сравнению с неармированными монолитными металлическими аналогами. Они обладают высокой прочностью, жесткостью, износостойкостью, теплопроводностью, повышенным сопротивлением на усталость, повышенным сопротивлением при высокотемпературных нагрузках [1]. В таких композитах металл выступает в качестве матрицы, которая усиливается путем добавления в неё неметаллических веществ, обычно керамики. При создании металломатричного композита возможно целенаправленное изменение его эксплуатационных и механических свойств, методом подбора состава, изменение соотношения компонентов и методов изготовления композита.

Композитные материалы находят применение в ряде отраслей, в том числе в автомобилестроении, в электротехнической и аэрокосмической промышленности. Из них изготавливаются детали двигателей внутреннего сгорания, тормозных систем, элементы транспортных, авиационных и ракетных конструкций [2].

В связи с этим актуальной задачей является изучение процесса структурообразования композитного материала с металлической матрицей.

Цель настоящей работы – анализ влияния параметров спекания в плазме искрового разряда (SPS – синтез), таких как температура спекания и время выдержки на процесс уплотнения AMg-B₄C-W.

«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

Материалы и методика эксперимента. Для изготовления образцов был использован порошок AMg-В₄C-W, содержанием 55-25-5 масс. %, соответственно. Порошок был 2 видов, в первом случае для гомогенизации порошковой смеси в шаровой мельнице были использованы керамические шары, во втором - металлические. Синтез образцов проводился методом спекания в плазме искрового разряда, на установке SPS-515S, Syntex Inc (Япония).

В настоящей работе спекание образцов проводилось в диапазоне температур 440-490 °С, давление прессования 30 МПа, скорость нагрева 100 °С/мин, время выдержки при максимальной температуре было от 5 до 10 минут. После спекания образцы были отполированы. Режимы спекания образцов приведены в таблице 1.

Далее был определен процент усадки образцов, рассчитаны их плотность и температурный коэффициент термического расширения (ТКР). Характеристики образцов представлены в таблице 1. Образец №4, полученный при температуре спекания 490 °С и времени выдержки 10 минут, имеет наивысшую плотность, равную 3,21 г/см³ и наименьший ТКР, равный -0,00114 мм/°С.

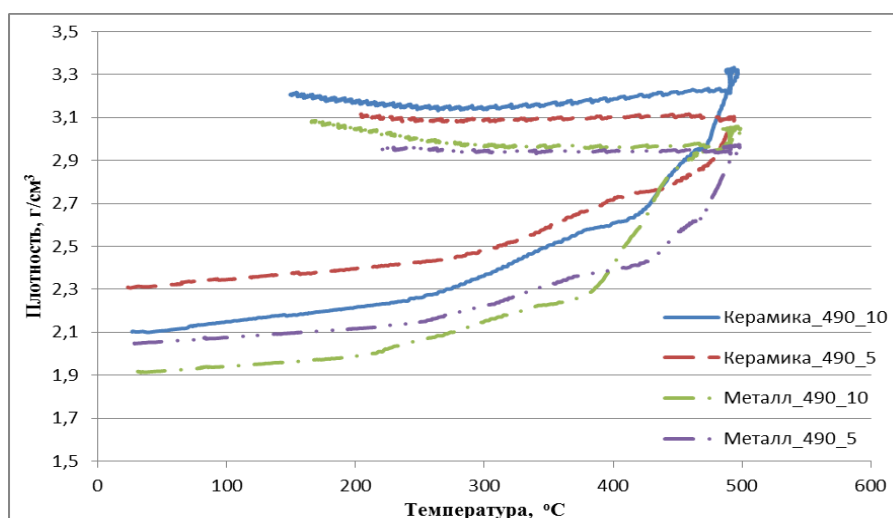
Таблица 1

Режимы спекания и характеристики образцов

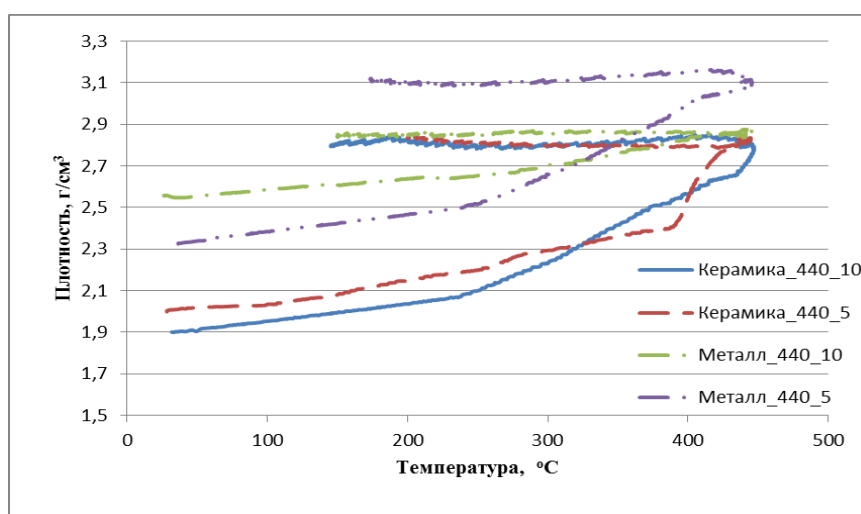
Тип гомогенизации смеси	Наименование образца	Температура спекания, °С	Время выдержки при макс. температуре, мин	Давление, МПа	Скорость нагрева, °С/мин	Абс. плотность, г/см ³	ТКР, мм/С	Усадка, %
Керамические шары	1	440	5	30	100	2,69	-0,00088	25,50
	2	490	5			3,12	-0,00081	25,80
	3	440	10			2,79	-0,00108	31,98
	4	490	10			3,21	-0,00114	35,14
Металлические шары	5	440	5			3,12	-0,00109	25,40
	6	490	5			2,95	-0,00079	30,65
	7	440	10			2,84	-0,00075	9,68
	8	490	10			3,08	-0,00091	37,77

По данным полученным в ходе процесса спекания были построены кривые уплотнения, в зависимости от температуры, для каждого образца, изображенные на рисунке 1.

Зависимости, представленные на рисунке 1, показывают, что в процессе SPS-синтеза, в диапазоне температур 30–215 °С происходит небольшое уплотнение образцов, обусловленное тем, что процесс термической усадки, незначительно преобладает над процессом термического расширения. С ростом температура от 215 до 490 °С (от 215 до 440 °С для образцов с температурой спекания 440 °С) наблюдается интенсивное уплотнение спекаемого материала за счёт значительного преобладания процесса термической усадки над процессом термического расширения. При остывании, в диапазоне температур 490–170 °С (440–170 °С для образцов с температурой спекания 440 °С) происходит линейная усадка образцов за счет термического сжатия.



(а) Изменение плотности в процессе нагрева при температуре синтеза 490 °С;



(б) Изменение плотности в процессе нагрева при температуре синтеза 440 °С;

Рис. 1 – Кривые относительной усадки

Заключение. В результате работы получены металломатричные композиты с керамическим наполнителем. Плотность полученных образцов находится в диапазоне от 2,69 до 3,21 г/см³. Кроме того было установлено, что процесс уплотнения композитного материала в большей степени зависит от температуры спекания, так как увеличение температуры позволяет добиться более высоких значений плотности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаяхметов У. Ш., Мурзакова А. Р. Влияние температуры обработки на высокотемпературную деформацию наноструктурированной композиционной керамики на основе оксида алюминия // Вестник Башкирского университета. – 2014. – Т. 19. – №2. – С. 438 – 432.
2. Смирнов А.С., Коновалов А.В., Муйземнек О.Ю. Моделирование сопротивления деформации металломатричного алюминиевого композита 15 % SiC/Al при высоких температурах // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – №11. – С. 22-25.