

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Аккужина Нургиза Даяновича на тему:
**«ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО
МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Al-Al₂O₃-Al₄C₃, ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ
ПОРОШКА АЛЮМИНИЯ ПАП-2»**,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы

Алюмоматричные композиционные материалы (АМКМ) находят все более широкое применение в современной технике. Хорошо известен АМКМ марки САП системы Al-Al₂O₃, сохраняющий прочность до 500 °С. Несомненный интерес представляет исследование возможности получения более сложного АМКМ системы Al-Al₂O₃-Al₄C₃, в котором наряду с армирующими частицами субмикронного размера Al₂O₃ присутствовали бы также армирующие частицы Al₄C₃ наноразмерного уровня. В связи с перечисленным не вызывает сомнения актуальность диссертационной работы Н.Д. Аккужина с оригинальным подходом использования для этого стеарина, которым покрыты в состоянии поставки чешуйчатые частицы алюминиевого порошка ПАП-2 в количестве около 3% масс. Термическая обработка такого порошка с разложением стеарина, выделением атомарного углерода и его химической реакции с алюминием может привести к синтезу «in-situ» наноразмерных включений карбида алюминия Al₄C₃, дополнительно упрочняющих матрицу. Целью работы явилось исследование роли стеарина в формировании свойств дисперсно-упрочненного КМ из порошка ПАП-2 и разработка на его основе рекомендаций по совершенствованию существующей экспериментальной технологии для повышения прочностных свойств АМКМ за счет создания КМ системы Al-Al₂O₃-Al₄C₃.

При достижении этой цели диссертант получил новые важные научные результаты. Экспериментально установлено, что прессуемость порошка ПАП-2 зависит от температуры и времени выдержки при вакуумном отжиге. При температуре 600 °С прессуемость улучшается с увеличением времени выдержки, что выражается в уменьшении параметра R_{max} , полученного в рамках теории прессования М.Ю. Бальшина, с 830 МПа при 1 часе до 690 МПа при 14 часах выдержки. С повышением температуры до 650 °С прессуемость ухудшается: при тех же временах выдержки параметр R_{max} увеличивается с 630 МПа до 850 МПа, что связано с увеличением количества оксидной фазы за счет остаточного воздуха в вакуумной печи. Также показано, что формирование повышенных прочностных свойств КМ на основе порошка ПАП-2 связано с разложением в вакууме защитной пленки стеарина на поверхности частиц, приводящего к образованию углеродного остатка, который при дальнейшем нагреве взаимодействует «in-situ» с алюминием с образованием наноразмерного карбида алюминия Al₄C₃. При этом эффективность упрочнения КМ зависит от количества углерода, сохраняющегося к началу синтеза карбида на поверхности частиц алюминия при температуре 630 – 650 °С.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов заключается в том, что изучено влияние режимов отжига порошка ПАП-2 на воздухе и в вакууме на его прессуемость и свойства спеченного материала. Показана применимость теории прессования М.Ю. Бальшина и возможность регулирования параметра прочности порошка (R_{max}) в широких пределах от 3200 МПа для порошка в исходном состоянии до 800 МПа после отжига на воздухе при 350 °С и 630 МПа после отжига в вакууме при 650 °С в течение 1 часа. Разработаны рекомендации по совершенствованию существующей экспериментальной технологии спекания алюминиевого порошка ПАП-2, обеспечивающей повышение прочностных характеристик композиционного материала Al-Al₂O₃-Al₄C₃ за счет наибольшей эффективности карбидообразования, основанные на учете скорости газовыделения при разложении стеарина, массы загрузки и производительности вакуумной системы. Это позволило достичь на спеченном материале Al-Al₂O₃-Al₄C₃

