

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОРОШКОВ YSZ НА ПРОЦЕСС ФОРМОВАНИЯ СЛИТКОВ ДЛЯ ВАКУУМНО-ЛУЧЕВОГО ИСПАРЕНИЯ

Домашенков М.А.^{1,2}, Машковцев М.А.^{1,2}, Яковлева В.С.¹, Корнеев В.В.¹,
Хионин Д.В.^{1,2}

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН (ИВТЭ),
г. Екатеринбург, Россия.
E-mail: maks84155@gmail.com

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF YSZ POWDERS ON THE PROCESS OF FORMING INGOTS FOR VACUUM BEAM EVAPORATION

Domashenkov M.A.^{1,2}, Mashkovtsev M.A.^{1,2}, Yakovleva V. S.¹, Korneev V. V.¹,
Khionin D.V.^{1,2}

¹⁾ Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg, Russia

²⁾ Institute of High-Temperature Electrochemistry of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (ИНТЕ), Yekaterinburg, Russia.

The study showed that with a ratio of fine and coarse powders of 1:3, an ingot density of 4 g/cm³ and a porosity of 30% is achieved. Coarse powder with a specific surface area of 50 m²/g is not suitable for pressing.

Стабилизированный диоксид циркония (YSZ) находит широкое применение в различных отраслях промышленности, включая создание термобарьерных покрытий [1-3] и керамических изделий в медицине. Для формирования термобарьерных покрытий часто используется метод вакуумно-лучевого испарения (ВЛИ), при котором слиток из YSZ нагревается до температуры испарения и конденсируется на подложке в виде покрытия со столбчатой структурой. Слиток для ВЛИ должен обладать определенными характеристиками, включая плотность от 3,6 до 4 г/см³, однородную пористость с отсутствием внешних дефектов поверхности. Целью данной работы было исследование влияния гранулометрического состава порошка YSZ на процесс формирования слитков для ВЛИ.

Для процесса формирования слитков в данной работе использовались четыре различных порошка с различным гранулометрическим составом, а также их смеси. В ходе исследования были изучены параметры, такие как гранулометрический состав, удельная поверхность, пористость, насыпная плотность порошков, а также плотность слитков после проведения спекания. Пропитка порошков выполнялась с использованием смесителя-гранулятора, в

качестве связующего был применен 10% раствор поливинилового спирта (ПВС), массовая доля ПВС в пресс-порошке составляла 2%. Формирование слитков осуществлялось с применением метода холодного одноосного прессования. В таблице 1 представлены основные характеристики порошков, используемых для прессования, а также описание пресс-порошков, где ρ - насыпная плотность, $D(4.3)$ - средний массовый диаметр, P - объём пор, γ - удельная поверхность, m - масса пресс-порошка.

Таблица 1 - Характеристики порошков и их соотношения

Порошок	ρ , г/см ³	$D(4.3)$, мкм	P , мл/г	γ , м ² /г
Крупнодисперсный 1	2,28	26	0,073	24,00
Крупнодисперсный 2	1,39	39	0,157	54,65
Крупнодисперсный 3	1,44	48	0,134	29,37
Мелкодисперсный	1,8	10	0,167	60,25
Пресс-порошки				
Наименование	m , г	Соотношение	Описание	
А	1280	Без смешивания	Крупнодисперсный 1	
Б	1280	Без смешивания	Крупнодисперсный 3	
В	1280	Без смешивания	Мелкодисперсный	
Г	1280	1:2	Мелкодисперсный/ Крупнодисперсный 1	
Д	1280	1:3	Мелкодисперсный/ Крупнодисперсный 2	
Е	1280	1:3	Мелкодисперсный/ Крупнодисперсный 3	

В процессе пропитки пресс-порошка А было зафиксировано образование плотных крупных комков, при этом раствор связующего не полностью поглощался. Образование таких крупных комков можно объяснить низкой удельной поверхностью частиц крупнодисперсного порошка 1. При формировании слитков из пресс-порошка В плотность после обжига оказалась ниже минимальной, что связано с низкой плотностью исходного мелкодисперсного порошка. При обжиге слитков из пресс-порошка Д при температуре 1300 °С наблюдались дефекты на поверхности слитка. Однако, наиболее подходящим пресс-порошком оказался образец Г. После обжига при температуре 1300 °С слиток из пресс-порошка Г обладал плотностью 3,95 г/см³, имел однородную пористость с отсутствием сколов и поверхностных дефектов.

1. Qiaomu L., Shunzhou H., Aijie H., Composite ceramics thermal barrier coatings of yttria stabilized zirconia for aero-engines, Journal of Materials Science & Technology. 2019;35(12):2814-2823.

2. Liu G., Shen Z., He L., Mu R., Huang G., LaYZrO/YSZ double ceramic layer thermal barrier coatings by EB-PVD: Thermal performance, morphology and failure behavior, *Materialia*. 2023;27:Article 101661.
3. Erdoğan N. N., Başığit A. B., Investigating thermal shock and corrosion resistance of Inconel 601 super alloy after thermal barrier coating with %8 YSZ powder. *Materials Today Communications*.2023;36:Article 106516.