

КОНСТРУКЦІЙНА АЛЮМОМАГНЕЗІАЛЬНА КЕРАМІКА

В результаті раніше проведених досліджень встановлено значний вплив добавок оксидів рідкісноземельних добавок на синтез та спікання алюмомагнезійної кераміки, що призводить до суттєвого поліпшення її фізико-технічних властивостей.

Для виготовлення виробів складної форми - датчиків для вимірювання високих температур в газотурбінних двигунах - був застосований метод гарячого лиття під тиском термопластифікованих мас. Склад термопластичних систем наведений в таблиці. Основним компонентом систем була попередньо синтезована алюмомагнезійальна шпінель з добавками оксидів рідкісноземельних елементів (Y_2O_3 , $Y_{b2}O_3$, $D_{y2}O_3$, CeO_2). Це було зроблено з метою запобігання значних об'ємних змін у виробках, які могли бути в процесі синтезу алюмагнезійальної шпінелі безпосередньо в них під час термічної обробки. Синтезовану алюмомагнезійальну шпінель з добавками 5% маси оксидів р.з.е. подрібнювали у водному середовищі впродовж 24 годин до розміру частинок твердої фази менше 0,045 мм. Наразі шлікер обезводнювали в гіпсових формах, зволожену масу просіювали на ситі 0,5 мм і прожарювали при температурі 1200°C, тому що присутність вологи в порошку навіть 0,1-0,2% різко погіршує його змочуваність технологічним зв'язуючим компонентом, а це призводить до зниження реологічних властивостей термопластичних систем.

В ролі термопластифікуючого компонента застосовували активований парафін густиною 0,8-0,9 г/см³ в розплавленому стані. Для підвищення змочуваності мінерального порошку алюмомагнезійальної шпінелі, забезпечення стабільних реологічних властивостей термопластичних систем при невеликому вмісті органічної зв'язуючої складової, додатково вводили поверхнево-активну добавку олеїнової кислоти. Кількість зв'язуючого компонента підбиралась дослідним шляхом і складала 15-18% від маси мінерального порошку.

Таблиця 1- Підбір зв'язуючих компонентів мінерального порошку з алюмомагnezіальної шпінеля

Найменування	Склад термопластифікованих мас (масова частка)			
	MgAl ₂ O ₄ + Y ₂ O ₃	MgAl ₂ O ₄ + Y ₂ O ₃	MgAl ₂ O ₄ + Dy ₂ O ₃	MgAl ₂ O ₄ + CeO ₂
1	2	3	4	5
Активованій парафін, масова доля	15,1	16,5	17,2	18,0
Олеїнова кислота, масова доля	0,5	0,6	0,65	0,55
Властивості виробів після термічної обробки при 1750°C				
Лінійна усадка, %	17,8	18,1	17,5	18,0
Питома вага, г/см ³	3,40	3,41	3,45	3,42

Продовження табл. 1.

Міцність при стисканні, МПа	240	247	280	260
Міцність при згинанні, МПа				
у повітрі	137	141	155	130
у вакуумі 5-10-5 мм рт. ст. ТКЛР · 10-6 °C-1	142	152	165	145
	8,22	8,20	8,30	8,25
Термостійкість (1250°C повітря), число циклів до появи тріщин	10	12	17	15

Робоча температура шлікера для лиття виробів з товщиною стінки 3-4 мм складала 55-60°C, а для виробів товщиною стінки більше 5 мм - 52-55°C. Вироби відливали в металевих формах під тиском 0,4-0,6 МПа. Температура охолоджених форм складала 12-15°C. У процесі розробки конструкцій металевих форм звертали особливу увагу на досить жорсткі допуски лінійних розмірів виробів, поза як датчики компонували із двох деталей після їх формування перед термічною обробкою методом склеювання напівфабрикату. Складність формування датчиків також полягала в тому, що його конфігурація мала відношення довжини до діаметра близько 12. Конструктивною особливістю було те, що металеві форми мали ступеневі внутрішні отвори малого діаметра (2-3 мм); неординарну конфігурацію та місце знаходження ливникових отворів; досить складну систему розбирання форм та пристрій для видалення відлитих деталей із форм.

Високі вимоги висувалися до виробів з приводу високої чистоти оброблення внутрішніх та зовнішніх поверхонь на стадії формування та обпалювання без додаткового механічного оброблення. Це досягалось шляхом вельми досконалої механічної обробки та нанесенням шару хрому гальванічним

способом на поверхню металевих форм. Така високоякісна робоча поверхня металевих форм дала змогу виготовити алюомагnezіальну кераміку з ідеальною поверхнею.

Для видалення технологічного зв'язуючого компонента, відлиті вироби обпалювали в середовищі технічного глинозему дисперсністю 20-60 мкм упродовж 48 годин.

Після первинного обпалювання без додаткового механічного оброблення вироби обпалювали в газовій полум'яній печі при максимальній температурі 1750°C та витримці при ній 6 годин упродовж 148 годин.

Готові вироби були досліджені з приводу відповідності їх деяким специфічним властивостям. Випробування вакуумної щільності проводили на приладі ПТИ-6 (шукач течі) методом обдування виробів. Вироби показали вакуумну щільність при чутливості приладу 0,3. Також були проведені випробування готових датчиків в умовах вакууму $(8-5) \cdot 10^{-5}$ мм рт. ст. при 1750°C. Втрата маси виробів алюомагnezіальної кераміки легованої оксидами рідкісноземельних елементів складала 10-15%. В той же час вироби без добавок мали втрату маси 60-70%.

Вимірювання температур у діапазоні 1850-2000°C в газотурбінних двигунах показали задовільну стійкість датчиків алюомагnezіальної кераміки до агресивного середовища вказаних агрегатів.