

ПРИСАДКА, УСТРАНЯЮЩАЯ ЗЕРНИСТОСТЬ, ДЛЯ ВАКУУМНОГО ТОЧНОГО ЛИТЬЯ

Металлические изделия часто подвергаются сильным нагрузкам, например, в турбинах. Для долговечности деталей важным является усталостная прочность.

На усталостную прочность, изготовленных вакуумным точным литьем поликристаллических лопастей турбин, очень сильно влияет микроструктура сплава после охлаждения. Чем меньше микроструктура, тем лучше усталостная прочность.

Поэтому изготовители турбин самолетов и газовых стационарных турбин точно определили необходимую микроструктуру литых лопастей турбин и других деталей. Обычно зерна должны быть меньше 6-2 мкм. Удлиненные зерна с соотношением длины и ширины 1 к 3 не берутся во внимание.

Но вакуумное точное литье применяется не только в авиации и космонавтике, но и автомобилестроении. Продукты, изготовленные этим способом можно встретить во многих других отраслях промышленности.

Спектр продукции колеблется от долговечных лопастей турбин, турбокомпрессоров, деталей для турбомолекулярных насосов и медицинских имплантатов до клюшек для гольфа.

Принцип действия

Размер зерен литых изделий зависит от термических факторов (температура литейной формы, температура плавления металла), механического воздействия (вибрации, ультразвука), а также применения затравки, так называемой присадки, измельчающей зернистость.

Затравка может быть окисью, боридом и нитридом с высокой точкой плавления. Для сплавов, содержащих никель и кобальт, сохранилось применение окисей, содержащих кобальт. Тонкая микроструктура происходит от окислительно-восстановительной реакции между расплавом и присадкой, устраняющей зернистость. В случае алюмината кобальта CoAl_2O_4 , к примеру, уменьшается количество окиси и образовывается металлический кобальт. Эта реакция начинается из-за сродства кислорода к таким элементам затравки, как Ti, Al и Cr.

Литье по выплавляемым моделям

После изготовления, выплавляемые модели покрываются слоем продукта, содержащим CoAl_2O_4 . Это покрытие, как правило, состоит из приблизительно 5% CoAl_2O_4 , связующего (латекс), циркония, кремневой кислоты, диспергатора, противопенного средства и, в

случае долгого хранения, консервирующего вещества. Потом следуют другие керамические покрытия для получения желаемой прочности формы. После удаления с модели воска горячим воздухом, она заполняется в вакуумной печи специальным сплавом. Последний этап – механическая обработка изделия.

Качество покрытия CoAl_2O_4 имеет основное значение для поверхности отлитого изделия. Важно придерживаться следующих параметров:

- $\text{pH} > 9$;
- применение не слишком интенсивной мешалки во избежание образования геля;
- постоянный контроль и корректировка реологии и содержания твердых частиц;
- хранение в защищенном от морозов месте.

Преимущества

Алюминат кобальта (CoAl_2O_4) – самая часто употребляемая присадка, устраняющая зернистость для точного вакуумного литья суперсплава. Также используется окись кобальта (Co_3O_4) и силикат кобальта (Co_2SiO_4). Не смотря на то, что все названные кобальтовые соединения действуют, как затравки, алюминат кобальта зарекомендовал себя, как самый эффективный. Ссылаясь на содержание кобальта, в применении требуется меньше CoAl_2O_4 , чем при Co_2SiO_4 и Co_3O_4 . Некоторые другие преимущества алюмината кобальта:

- постоянное, оптимальное распределение зерен по размеру (высокая тонкость – узкий состав зерна, Co_3O_4 более крупнозернистый и часто неоднородный);
- хорошая диспергируемость в шликере;
- очень низкий показатель загрязнителей (Ag, Bi, Pb);
- прекрасное соотношение цена-качество из-за содержания кобальта лишь 33%, в сравнении с 40% или больше в окиси кобальта и в силикате кобальта;
- нереактивность.

Снимок через микроскоп продукта FK07 (224 807)



Таблица 1: Спецификации

Содержание металла	Спецификация	Метод
Co	33 ±1%	Рентген-флуоресцентный анализ
Pb	< 60 ppm	1 гр образца + 10 мл HNO ₃ + 10 мл H ₂ O + 5 мл HF для 1 h при 60°C растворить, анализ по средствам AAS или ICP
Bi	< 2 ppm	
Ag	< 5 ppm	
Распределение зерен по размеру	Спецификация	Метод
d ₁₀	-	Измерительный прибор: Cilas 1064; Дисперсия: 0,5 гр образца + 0,5 мл; диспергатор / вода 1:1
d ₅₀	1,5±0,5 μm	
d ₉₀	< 6 μm	
Минералогическая характеристика (рентгеновский дифрактометр)		
Фаза	Суммарная формула	Состав (% от веса)
Шпинель	CoAl ₂ O ₄	> 99
Корунд	Al ₂ O ₃	< 1
Шпинель	Co ₃ O ₄	< 1

Сервис

Углубленные исследования показали, что алюминат кобальта соответствует высочайшим требованиям промышленности. Как единственная центрально-европейская компания в этой области, **FERRO** разрабатывает свою продукцию в тесном сотрудничестве с известными специалистами вакуумного точного литья для лопастей турбин.

Не смотря на то, что стандартный алюминат кобальта содержит в своем составе 33% кобальта, **FERRO** может производить по специальному заказу клиентов продукты с более высоким или низким содержанием кобальта.