

АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ ИЗ КЕРАМИКИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Стонов Н.М.

Заместитель генерального директора, ООО «ЭНЕРГОАВАНГАРД»
sgonov@eav.su

Ключевые слова: 3D-печать, аддитивное производство, керамика.

Темпы внедрения аддитивных технологий на отечественных предприятиях увеличиваются с каждым годом, а сами технологии становятся все более изученными и понятными. В основном это относится к изготовлению изделий из металла и пластика. Однако про аддитивное производство изделий из керамики мало кому известно в России, несмотря на то, что это направление активно развивается за рубежом и пользуется большим спросом.

Основной целью доклада является ознакомление с технологией LCM (Lithography-based Ceramic Manufacturing) – производством изделий из керамики методом послойного синтеза, а также возможными сферами ее применения. В докладе рассмотрены три основные темы: технология, материалы и применение.

Процесс изготовления заключается в следующем: CAD-модель изделия в специальном программном обеспечении разрезается на 2D-слои и отправляется в систему послойного синтеза. С помощью системы подачи материала керамическая суспензия (смесь керамического порошка и связующего на основе фотополимера) поступает в ванну, где равномерно распределяется по поверхности с помощью рекоутера. Далее платформа построения опускается в ванну до полного соприкосновения. Снизу находится проектор ультрафиолетового излучения, который выборочно засвечивает сечение CAD-модели до момента фотополимеризации суспензии. Затем платформа поднимается, суспензия заново разравнивается с помощью рекоутера, платформа построения опускается и процесс повторяется до полного выращивания изделия.



Рис.1 – Принципиальная схема LCM-технологии компании Lithoz:

1 – платформа построения; 2 – ванна с суспензией; 3 – оптическая система; 4 – LED-проектор

Полученная «green-модель» в дальнейшем проходит традиционные этапы постобработки: дебайдинг (удаление связующего) и спекание для уплотнения керамических частиц и получения требуемых характеристик конечно изделия.

Материал, а в данной технологии материалом является суспензия, представляет собой сметанообразную консистенцию, которая состоит из керамического порошка и связующего (фотополимера). Используется широкий спектр материалов, в суспензиях используются те же порошки, что и в традиционных методах формообразования и также возможны разработки специальных материалов под требования заказчика.

Таблица 1 – Характеристики стандартных материалов [1]

	Оксид алюминия	Диоксид циркония	Нитрид кремния
Состав порошка	99,95% Al ₂ O ₃	ZrO ₂ стабилизированный 3% Y ₂ O ₃	> 90% нитрид кремния
Прочность при 4-точечном изгибе	430 МПа	935 МПа	760 МПа
Плотность	> 99,4% Т.П.	> 99,8% Т.П.	> 99,6% Т.П.
Шероховатость поверхности (Ra)	≈ 0,4 мкм	< 1,0 мкм	≈ 0,7 мкм

Керамические изделия находят применение во многих отраслях. Таких как космическая промышленность, электроника, военно-промышленный комплекс, атомная и ядерная промышленность, авиастроение, режущий инструмент, медицина и стоматология.

Использование керамических роторов вместо металлических уменьшает силу инерции и, следовательно, уменьшает задержку. Кроме того, эти роторы подвергаются воздействию очень горячего газа и поэтому должны быть долговечны в таких условиях. Сегодня технология LCM облегчает производство крыльчаток сложной формы для повышения производительности микротурбин.

Стало возможным производство аэрокосмических и промышленных газовых турбин с помощью аддитивных технологий. Благодаря 3D-печати стержней для литья у производителя появляются следующие конкурентные преимущества: свобода проектирования, сокращение времени на производство, снижение затрат

Изготовление изделий из микротехнологического проектирования. Аддитивное производство обеспечивает решения для проектирования сложных форм твердотопливных элементов и теплообменников.

Обработка керамики и контроль являются основными составляющими в балансе стоимости керамических изделий. По некоторым данным, стоимость исходных материалов составляет всего лишь 11% (для металлов 43%), в то время как на обработку приходится 38% (для металлов 43%), а на контроль 51% (для металлов 14%).

Отсутствие пластичности, высокая твердость, склонность к растрескиванию, низкая стойкость к тепловым ударам осложняют механическую обработку керамических материалов. Особенно сложно организовать процесс высокоточной обработки изделий из керамики в серийном и массовом производстве. Вместе с тем технология LCM позволяет уйти от трудоёмкого процесса механической постобработки, что позволяет сократить как финансовые затраты, так и временные.

Основными преимуществами данной технологии является получение изделий со сложной геометрией, которые нельзя получить традиционными методами. Речь идет о сетчатых структурах, внутренних каналах и отверстиях около 100 мкм, тонких стенках около 50 мкм, элементов сложной конфигурации, а также о достижении точности изготовления до 20-40 мкм [2]. При этом нет необходимости изготавливать дорогостоящую оснастку, что значительно снижает себестоимость продукции. В итоге время на проведение НИР и НИОКР сокращается в разы, что позволяет выводить на рынок инновационную конкурентоспособную продукцию в кратчайшие сроки.

Список литературы

1. Johannes Noma. A Novel Additive Manufacturing Technology for High-Performance Ceramics, 2014.
2. Романов М.К., Журавлева Л.И. Анализ технологической и экономической целесообразности применения аддитивных технологий при изготовлении керамических деталей // Стекло и керамика. 2019 № 9.

ADDITIVE MANUFACTURING OF HIGH PRECISION CERAMIC PRODUCTS IN INDUSTRIAL SETTING

Sgonov N.M.
Deputy General Director, ENERGOAVANGARD, LLC
sgonov@eav.su

Keywords: 3D-printing, additive manufacturing, ceramics.

The rate of introduction of additive technologies at home enterprises is increasing every year, and the technologies are becoming more studied and understood. This mainly applies to the manufacture of metal and plastic products. However, few people in Russia know about the additive production of ceramics, despite the fact this field is actively developing abroad, and it is in great demand.

The main purpose of the report is to get an understanding of the LCM (Lithography-based Ceramic Manufacturing) technology: the production of ceramic products by layer-by-layer synthesis, also to go through possible areas of its application.