

Ф. Г. ЛОВШЕНКО, А. С. ФЕДОСЕНКО

Белорусско-Российский университет

Ю. В. СЕЛИВАНОВА

Могилевский государственный политехнический колледж

Могилев, Беларусь

Аддитивные технологии (АТ) являются одним из современных быстро развивающихся и перспективных способов создания деталей и объектов различного назначения. Они используются для изготовления моделей для аэро- и гидродинамических испытаний, литейных моделей, пресс-форм, инструмента, функциональных моделей, деталей сложной формы и др. В отличие от классических технологий производства, основанных на удалении лишнего материала до предания объекту конечных геометрических форм и размеров, АТ представляют собой процесс послойного наращивания материала, с целью получения готового изделия. Применение данных технологий позволяет сократить длительность процесса изготовления конечной продукции, снизить расходы на ее изготовление (уменьшение материалоемкости, затрат на механическую обработку и т. д.).

Аддитивные технологии обеспечивают возможность получения изделий от миниатюрных прототипов из термопластов до сложнейших деталей из композиционных материалов. При этом важнейшую роль в производстве конечного продукта с заданным комплексом характеристик всегда играет используемый материал.

Наибольшее распространение в области аддитивных технологий в настоящее время получили пластмассы, основную долю которых составляют термопласты. В области АТ используют нейлон, акрилонитрил бутадиен стирол, поликарбонат и многие другие. **Нейлон** (полиамид) обладает высокой прочностью и эластичностью, однако отличается повышенными требованиями к уровню влажности при изготовлении изделия. **Акрилонитрил бутадиен стирол** занимает достойное место среди используемых материалов, благодаря сочетанию высокой прочности, долговечности и низкой стоимости. Детали из акрилонитрил бутадиен стирола получают методом наплавления, послойного склеивания, стереолитографии, фотополимерной печати. Его недостаток – высокая токсичность при расплавлении. **Поликарбонат** отличается низкой плотностью и высокой прочностью на растяжение. Упрочненный углеродом он может использоваться для изготовления деталей, работающих при высоких температурах.

Особое место среди материалов для аддитивных технологий занимают металлы и их сплавы. Чаще всего их используют в виде порошков, хотя находят применение и проволоки.

Зачастую для выращивания детали можно использовать те же материалы, что и для получения упрочняющих слоев при использовании более

традиционных технологий (лазерная или плазменная наплавка, напыление), однако для изготовления детали высокого качества требуются специально разработанные для данной отрасли порошки. При этом основным требованием к ним является небольшое отклонение частиц по размеру.

В настоящее время применяются порошки на основе большинства используемых конструкционных материалов, включая кобальт, никель, титан, вольфрам и сплавы на их основе, драгоценные металлы, нержавеющие стали и др. К традиционно используемым относятся алюминиевые и титановые сплавы, высоколегированные стали.

Алюминий отличается низкой плотностью и относительно невысокой температурой плавления, достаточно высокой прочностью. Его сплавы используются для печати деталей в аэрокосмической отрасли, при изготовлении деталей спортивных автомобилей и т. д. Порошки на основе алюминия позволяют изготавливать детали сложной формы с толщиной стенок от 50 мкм и, в тоже время, отличаются низкой стоимостью. В области АТ широко используются сплавы AlSi10Mg, AlSi12.

Титан и его сплавы находят наибольшее применение в данной отрасли. Основными областями использования традиционно являются аэрокосмическая отрасль и медицина, в которых зачастую он остается практически незаменимым. Основным недостатком данных сплавов является их высокая стоимость. В этом отношении применение аддитивных технологий может существенно сократить расходы на изготовление деталей сложной формы. В настоящее время широко используют сплавы Ti6Al4V, Ti6Al7Nb.

Традиционно нержавеющие стали и высоколегированные сплавы на основе железа используют для изготовления деталей, способных работать в сложных условиях, включающих повышенные температуры, агрессивные среды и т. д. Их широко применяют в авиастроении, энергетике, химической промышленности. Данная группа материалов отличается широкой номенклатурой марок и областью их применения. Изделия из них имеют высокую прочность при более низкой стоимости по сравнению с титановыми сплавами. В мировой практике используют стали марок 17-4PH, 15-5-PH, ASM 316L и 304L, инструментальные стали: 18Ni300, H13.

На территории стран СНГ рынок металлических материалов для АТ развит слабо, что является одной из причин сдерживающих развитие отрасли. Импортные материалы отличаются высокой стоимостью и являются в настоящее время дефицитом. В этом отношении актуальной задачей является разработка универсального и достаточно простого с технологической точки зрения способа производства порошков. Им может стать реакционное механическое легирование, хорошо изученное сотрудниками Белорусско-Российском университета. Оно продемонстрировало высокую эффективность при создании материалов различного назначения, включая нанесение газотермических покрытий. Помимо простоты и универсальности, РМЛ обеспечивает получение порошков с повышенным комплексом свойств и уникальной структурой, сохраняющихся даже после полного расплавления материала.