**Обработка с использованием безопорного селективного лазерного сплавления**

В последние годы наблюдается заметное внедрение в промышленность технологий СЛС (SLM) и ЭЛС (EBM) для производства деталей конечного использования. Это результат, главным образом, геометрической свободы, которую данные процессы предоставляют конструкторам при изготовлении полностью плотных деталей из различных сплавов. Однако утверждение, что SLM или EBM предлагает «неограниченную» свободу конструирования, не соответствует действительности из-за потребности в опорах/поддерживающих элементах, которые предотвращают искажение определённых геометрических форм в результате остаточных термических напряжений. В дополнение к этому, опоры часто являются дорогостоящими, сложными и трудоёмкими для удаления. Из-за ограничений, которые опоры оказывают на этот процесс, сегодня усилия по ограничению количества опор/поддерживающих элементов и минимизации остаточных напряжений остаются одним из главных приоритетов исследований.

Снятие или уменьшение напряжений, возникших при построении, а также необходимость в опорах в процессе SLM могут быть достигнуты путём предотвращения полного затвердевания деталей во время обработки или поддержания их в состоянии с пониженным напряжением. Безопорное селективное лазерное сплавление (ASLM) было разработано для предотвращения полного затвердевания металла в ходе SLM. Это достигается путём формирования эвтектического сплава или эвтектической системы (за/доэвтектический сплав) из двух или более нелегированных материалов и поддержания слоя порошка в предварительно нагретом состоянии выше температуры плавления/затвердевания вновь образованной эвтектики. Следующий пример демонстрирует этот метод, как показано на рис. 2; порция порошковых материалов A и B смешивается в эвтектической пропорции (например, состав для точки плавления эвтектики, показанной на рис. 1). Эти материалы затем наносятся во время процесса ASLM при поддержании температуры слоя вблизи точки эвтектики сплава, но ниже температуры плавления отдельного нелегированного порошка (для предотвращения плавления и агломерации необработанного сырья). Также возможен предварительный нагрев слоя порошка до температур ниже точки плавления эвтектики, чтобы напряжения не развивались или были в достаточной степени сняты. Напряжения могут быть достаточно ослаблены, если температура слоя позволяет диффузионную релаксацию материала. В зависимости от материала, процессы релаксации инициируются между 40 и 60 % температуры затвердевания материала и выше, это также зависит от времени. Когда лазер сканирует области слоя порошка, отдельные порошки А и В плавятся и образуют эвтектический сплав на месте, который теперь затвердеет только при температурах ниже точки эвтектической кристаллизации. Поскольку температура слоя установлена вблизи точки эвтектики, расплавленные/легированные области не будут быстро затвердевать, или в пределах диапазона диффузионных температур будут создаваться меньшие напряжения, чем те, которые образуются во время обычного SLM. Другие эвтектические композиции, такие как Al66Mg, допускают большие технологические окна, в 212⁰C (разница между температурой плавления эвтектики и самой низкой температурой плавления отдельного нелегированного материала). Большое технологическое окно может быть выгодным, поскольку регулирование температуры слоя не обязательно должно быть таким точным, как в случае небольшого окна. В дополнение к этому, большое технологическое окно может уменьшить нежелательное твердофазное спекание необработанных порошков из-за того, что температура предварительного нагрева намного ниже, чем температура расплава нелегированного материала. Это твердофазное «спекание» материала вызывает проблемы нанесения материала из-за агломерации.

Trick – фишка

What’s the point?

QUESTIONS

1. Is it true that additive technologies give unlimited freedom to the designer?

Правда ли, что аддитивные технологии дают неограниченную свободу конструктору?

1. If not, what limits designer freedom?

Если нет, то что ограничивает свободу конструктора?

1. What is the proposed method for reducing stress during SLM?

Какой способ предлагается для уменьшения напряжений при SLM?

1. В чём его суть?

What is this way?

1. Why are the eutectic alloys chosen for anchorless selective laser melting?

Почему именно эвтектические сплавы выбраны для безопорного селективного лазерного сплавления?

1. What other methods for reducing thermal stresses and deformations can be offered?

Какие ещё варианты уменьшения термических напряжений и деформаций можно предложить?