

Литейное производство в настоящее время испытывает значительные трансформации, обусловленные внедрением технологий 3D печати. Эти инновационные подходы открывают новые возможности для создания сложных и легких компонентов, способствуя сокращению временных и финансовых затрат на производство.

Технологии 3D печати включают в себя десять вариантов аддитивного производства для различных областей применения: Directed Energy Deposition (DED), Binder Jetting, Powder Bed Fusion, Fused Deposition Modelling, Stereolithography, Material Jetting, Sheet Lamination, Vat polymerization, Sintering, Electron Beam Melting [1].

Directed Energy Deposition (DED) направленный источник энергии, такой как лазер или электронный луч, наносит материал на поверхность. Материал наплавляется на поверхность с помощью сопла на многоосевом манипуляторе. Он может двигаться в разных направлениях, обеспечивая необходимое осаждение. Используемый материал представляет собой либо проволоку, либо порошок, каждый из которых имеет свои преимущества. Если проволока обеспечивает более эффективное использование материала, то порошок позволяет повысить точность печати.

Binder Jetting - печать на связующем имеет отличительную особенность, выделяющую ее в отдельную технологию. Она заключается в использовании жидкого связующего вещества поверх слоя напечатанного порошка, выполняющего роль адгезии. Этот процесс повторяется до тех пор, пока желаемая 3D-структура не будет завершена, после чего при помощи воздуха под давлением удаляет излишки порошка [2].

Powder Bed Fusion сплавление порошкового слоя включает в себя множество сложных технологий. Прямое лазерное плавление металлов (DMLM), прямое лазерное спекание металлов (DMLS), электронно-лучевое плавление (EBM) и селективное лазерное спекание (SLS). Суть заключается в том, что концентрированное тепло, т. е. электронные лучи или лазеры, расплавляют тонкие слои материала на слое порошка [2].

Fused Deposition Modelling или FDM - один из самых популярных процессов. В этом случае экструдированный полимер проходит через нагретое сопло, установленное на подвижном манипуляторе. Расплавленный материал ложится слой за слоем по мере того, как сопло движется поперек, а станина поднимается вверх. Химические связующие вещества обеспечивают тщательную адгезию между слоями, чему способствует точный контроль температуры. Непрерывная волоконная 3D-печать, разновидность процесса FDM, использует катушку волокна вместо множества более коротких нитей, вложенных в материал во время печати. Это обеспечивает значительное увеличение прочности на разрыв и жесткости напечатанного материала за счет длинных нитей волокна, уложенных друг на друга в смоле.

Stereolithography в стереолитографии используется ультрафиолетовый лазер, направленный на поверхность жидкой термореактивной смолы. Она сопоставима с технологией полимеризации в чанах. Стереолитография также известна своей высокой точностью.

Material Jetting струйная обработка материалов — это, пожалуй, самая близкая технология аддитивного производства к своему современнику - 2D-печати. Материал для печати наносится на поверхность непрерывным методом или методом «капля по требованию» (DOD). Направленное сопло перемещается по осям x и y. Слоям дают остыть и затвердеть под воздействием ультрафиолетового (УФ) излучения.

Sheet Lamination в производстве листового ламинирования используются две различные технологии. Это ультразвуковое аддитивное производство (UAM) и производство ламинированных объектов (LOM). UAM — это низкоэнергетический и низкотемпературный процесс, в котором используется ультразвуковая сварка для соединения последовательных тонких металлических листов. В основном это такие металлы, как титан, нержавеющая сталь и алюминий. С другой стороны, в LOM вместо сварки используются чередующиеся слои бумаги и клея. Чаще всего используется для визуальных, эстетических моделей вместо прочных структурных.

Vat polymerization полимеризация в ванне — процесс, называемый фотополимеризацией. Он превращает жидкости в твердые тела, подвергая жидкие полимеры воздействию ультрафиолетового (УФ) света. 3D-модель проецирует ультрафиолетовый свет на ванну с жидкими полимерами, слой за слоем. Облучение ультрафиолетовым светом повторяется до тех пор, пока модель не будет завершена, после чего ванна сливается, оставляя после себя желаемое 3D-твердое тело.

Sintering спекание — это формирование твердого материала под воздействием тепла или давления. Но это происходит без расплавления материала до состояния разжижения. Это шаг вперед по сравнению с традиционным фотокопированием, когда тонер плавится, формируя изображение на бумаге. Прямое лазерное спекание металлов или DMLS — это прямое ответвление спекания. Он спекает каждый последующий слой порошкообразного металла, чтобы сплавить частицы. После каждого слоя платформа перемещается вниз. Это позволяет лезвию повторно сместиться и нанести следующий слой. Этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет завершено изготовление желаемого объекта.

Electron Beam Melting электронно-лучевое плавление или EBM — это современная разновидность лазерного плавления. Он использует концентрированный электронный луч для расплавления слоя металлического порошка на платформе сборки.

Преимущества аддитивного производства:

Сложные геометрии: позволяет создавать сложные 3D-геометрии с внутренними элементами, исключая необходимость в традиционной оснастке.

Сокращение отходов: эти технологии используют материалы эффективнее, чем традиционная механическая обработка, что сводит к минимуму отходы.

Прямое цифровое производство: Детали могут быть изготовлены непосредственно из 3D-модели, минуя необходимость в подробных чертежах.

Быстрое прототипирование: позволяет быстро создавать прототипы, способствуя ускорению итераций и ускорению цикла проектирования.

Кастомизация: мелкосерийное производство выигрывает за счет минимальной оснастки или ее отсутствия, что обеспечивает большую гибкость по сравнению с традиционной механической обработкой.

Производственная оснастка: может напрямую изготавливать пользовательскую оснастку, оптимизируя производственный процесс.

Универсальность материалов: поддерживает сочетание различных материалов в процессе печати, что позволяет создавать уникальные сплавы и изменять свойства материалов в разных частях одной детали.

Недостатки аддитивного производства:

Более медленное и дорогостоящее производство: аддитивное производство остается относительно новым, что приводит к замедлению процесса сборки и повышению стоимости.

Высокие затраты на оборудование: первоначальные инвестиции в оборудование могут быть значительными, что приводит к увеличению производственных расходов.

Обширная постобработка: необходимый уровень постобработки зависит от технологии, но он может быть очень большим, что увеличивает время и стоимость всего процесса.

Ограничение по размерам: ограниченный размер деталей, которые могут быть изготовлены.

Низкие механические свойства: детали часто имеют менее благоприятные механические свойства, чем детали, изготовленные традиционными методами, что требует дополнительной обработки для улучшения характеристик.

Качество поверхности и текстура: качество поверхности деталей обычно не соответствует качеству, достигаемому традиционными способами, такими как обработка на станках с ЧПУ и литье по выплавляемым моделям, что часто требует дополнительных отделочных работ.

Низкая прочность деталей: прочность деталей, обычно ниже по сравнению с деталями, изготовленными такими методами, как литье под давлением, литье по выплавляемым моделям и обработка с ЧПУ, что влияет на их структурную целостность в некоторых областях применения.[1].

В заключение можно сказать, технология 3D печати в литейном производстве предоставляет новые возможности для отрасли, несмотря на существующие недостатки, позволяя сократить время и затраты на производство, повысить качество и точность изделий, а также разрабатывать индивидуальные и уникальные продукты.

Список использованных источников

- 1.АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: Революция в отраслях промышленности по всему миру | Фабхеды.
- 2.What is Additive manufacturing? | 7 Additive Manufacturing types.