

Июнь 2019

Зажимная система с нулевой точкой для аддитивных технологий

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

Постобработка серийных партий

с AM-LOCK



При производстве стойки из нержавеющей стали 1.4404 поддержки были удалены методом Hirtisation®, поверхность была выровнена. Были оставлены только те поддержки, которые препятствовали деформации. (изображение: SLM Solutions и M&H CNC Technik)

Автоматическая постобработка для промышленного серийного производства методами металлической 3D-печати

Аддитивное производство металлических деталей за последние годы убедительно доказало свой потенциал. Оно широко применяется во всех промышленных секторах: от производства прототипов до 3D-печати запасных деталей. Теперь предстоит новый этап развития — переход от штучного производства к серийному. Однако, до начала массового производства деталей, соответствующих современным требованиям обеспечения качества, требуется дальнейшее согласование и автоматизация основных этапов производства. Важной частью при этом является постобработка.

3D-печать металлических изделий успешно претендует на статус самостоятельного метода производства благо-

даря отсутствию конструктивных ограничений, присущих традиционным технологиями. Однако в массовом производстве высока степень автоматизации, поэтому существует необходимость замены этапов ручной обработки, характерных для штучного изготовления. Напечатанные металлические детали непригодны для эксплуатации после выхода из принтера. Обычно детали фиксируются на опорной панели с помощью поддержек, и сначала необходимо отсоединить детали от этой панели. Фиксация на панели необходима для противодействия внутреннему напряжению деталей, которое возникает во время печати из-за разницы температур. Напряжение детали снимает только последующая тепловая обработка, которая исключает опасность деформации. При печати с применением флюсовых подушек поддержки так-



Модуль завершающей обработки H3000 представляет собой самостоятельную установку Plug-and-play для автоматической постобработки деталей 3D-печати запатентованным методом Hirtisation®.

же позволяют создавать определенную геометрию, например свесы, поднутрения и большие полости. Разработчики стремятся за счет изменения конструкции уменьшить количество поддержек, однако таким образом 3D-печать лишается одного из своих главных преимуществ — отсутствие конструктивных ограничений. Кроме того, на детали налипают остатки порошка и частично приплавляются к поверхности. Порошок может собираться в полостях. Если выходы заблокированы, например поддержками, то их будет сложно вычистить.

Во время упомянутой выше последующей термической обработки можно дополнительно применить давление — так называемый метод ГИП (горячее изостатическое прессование). В ходе горячего изостатического прессования уменьшается количество микропор, остающихся в материале, таким образом степень уплотнения напечатанных деталей может превысить 99 %. После удаления порошка, тепловой обработки и отделения детали от опорной панели поддержки в большинстве случаев удаляются вручную механическим способом с применением фрез, клещей и напильников. Затем недопустимые в промышленном производстве неровности поверхности деталей убираются дробеструйной обработкой и галтовкой любого рода. С недавних пор применяются методы виброабразивной обработки с использованием химикатов. Все эти методы объединяет одно: они не позволяют обрабатывать внутренние пространства и геометрические поднутрения. Кроме того, в приведенной выше цепочке постобработки многие этапы выполняются вручную. Технологическая цепочка прерывиста, ее невозможно автоматизировать. Таким способом невозможно организовать крупносерийное производство. Кроме того, исключаются некоторые интересные варианты геометрии, соответственно ограничиваются возможности реализации разных конструкций в рамках 3D-печати. Производство большого количества деталей требует высокой степени автоматизации, оптимально согласованных между собой этапов процесса, а также высокой степени отслеживаемости и воспроизводимости.

Электрохимическая альтернатива

Здесь применяются электрохимические (в широком смысле гальванические) методы. Самым известным методом является классическая электрополировка, но и она предполагает ограничения, касающиеся геометрии деталей и внутренних пространств, поэтому применение данного метода либо невозможно в ряде случаев, либо сопряжено с большими расходами. В качестве динамического метода для этих задач подходит только запатентованный метод Hirtisation®. В основе этого метода также лежат электрохимические процессы, но он разработан исключительно для решения различных задач постобработки металлических деталей после 3D-печати. Этот электрохимический метод представляет собой альтернативу распространенным механическим этапам обработки.



слева. Этот метод можно использовать для производства будущих крупных серий в составе линий для заключительной обработки H12000 с производительностью 500 деталей в час. **справа.** Вакуумный захват из нержавеющей стали после обработки методом Hirtisation® освобожден от поддержек и готов к работе. (изображения: Materialise)

Системы, основанные на жидких средах, позволяют обрабатывать в том числе труднодоступные участки и внутренние полости деталей. Метод Hirtisation® включает в себя три этапа: на первом этапе удаляются поддержки и приставшие остатки порошка, на втором этапе выравнивается поверхность до технически пригодного уровня ($Ra < 2\text{мкм}$), на третьем этапе при необходимости выполняется полировка. Данный химическо-электрохимический метод создает предпосылки для экспериментов с геометрическими формами деталей и снимает конструктивные ограничения, поддерживая одно из главных преимуществ 3D-печати. Кроме того, возможность масштабирования электрохимических процессов позволяет превратить 3D-печать в продуктивный и надежный метод серийного производства. Обработку методом Hirtisation® можно заказывать в центре заключительной обработки Hirtenberger Engineered Surfaces, либо осуществлять самостоятельно на месте 3D-производства, приобретая компактный автоматический модуль для заключительной обработки. Этот метод можно использовать для будущего производства крупных серий в составе линий для заключительной обработки H12000 с производительностью 500 деталей в час.

Цифровой двойник вплоть до постобработки

При переходе к крупносерийному производству все интерфейсы на протяжении обрабатываемой цепи необходимо определить, замкнуть и установить контроль за соблюдением качества. Важным аспектом здесь является создание так называемых цифровых двойников. Цифровой двойник представляет собой виртуальное отображение специфического изделия, которое сопровождает реальное изделие на протяжении его жизни. Эта имитационная модель присваивается конкретному изделию и загружается на первом (переходном) этапе с реальными датами нагрузки, которые передают датчики. Виртуальное отображение машин и установок на цифровой платформе позволяет предприятиям повышать эффективность на протяжении всего жизненного цикла — начиная от разработки конструкции изделия, пла-



Система H6000 размером 500 x 500 x 300 мм обеспечивает значительно большую рабочую зону, чем H3000. Она может выполнять постобработку нескольких деталей из различных материалов одновременно.

нирования производства и инженерно-проектных работ, и заканчивая вводом в эксплуатацию, собственно работой, обслуживанием и модернизацией систем и установок. При этом двойники — цифровая и реальная установка — постоянно связаны друг с другом и создают общую память объекта. В идеале такая взаимосвязь должна выстраиваться с момента первых изысканий. Таким образом имитация отражает текущее физическое состояние установки. Цифровой двойник описывает не только деталь как таковую, но и весь процесс создания детали на протяжении всей производственной цепочки. От исходного материала и всех этапов обработки до готовой детали — учитываются не только все геометрические изменения, но и изменения всех свойств. Таким образом с помощью цифрового двойника реальную деталь можно точно представить на любой стадии ее производства и смоделировать ее производство исключительно в виртуальном пространстве. К тому же виртуальное отображение в форме «умной» 3D-модели обеспечивает раннее обнаружение ошибок в разработке и потенциальных проблем, которые в противном случае проявились бы только на стадии реального производства.

Свойства прогнозируемы в зависимости от выбранных этапов обработки, а также от параметров производства. Именно так — практически незаметно — осуществляется важный этап разработки! Формирование детали на протяжении всей производственной цепочки теперь отображается в виртуальном пространстве. Производство и сама деталь сначала существуют в облаке, и лишь потом появляется физический предмет. Здесь требуется радикальное переосмысление. Деталь уже существует (фактически!) виртуально, ей нужно всего лишь материализоваться в физическом мире. Постобработка должна стать частью этого переосмысления. Уже в процессе разработки конструкции необходимо учитывать следующие этапы, например изменение размера детали вследствие постобработки. Это позволяет отслеживать и контролировать весь процесс, в том числе заключительную обработку.

Привлечение промышленных технологий нанесения покрытий

В заключение необходимо осветить еще один важный пункт, который до настоящего момента оставался без внимания в сфере 3D-печати. На детали, изготовленные классическим способом, на последнем этапе, как правило, наносится покрытие. Оно служит защитой от коррозии, улучшает внешний вид, повышает химическую устойчивость в процессе использования или является защитой от износа. Подходящее покрытие выбирается в зависимости от требований. Покрытие может быть гальваническим, лакокрасочным, катодной окраской, анодированием (электролитическим нанесением оксидной пленки) или керамическим (как правило, физический метод, например PVD). Такая защита поверхности в настоящее время считается промышленным стандартом, поэтому эта тема рано или поздно коснется деталей, изготовленных методом 3D-печати. Прежде всего, я имею в виду применение в серийном производстве автомобилей. Этот аспект также является частью постобработки и должен быть интегрирован в производственную цепочку через упомянутые ранее интерфейсы.



В основе метода Hirtisation® лежат электрохимические процессы, но он разработан исключительно для решения различных задач постобработки металлических деталей после 3D-печати.



Системы, основанные на жидких средах, позволяют обрабатывать в том числе труднодоступные участки и внутренние полости деталей..

Учет постобработки на стадии разработки конструкции

Подводя итог, можно сказать, что постобработка представляет собой важный аспект в переходе от штучного производства к крупносерийному. Если 3D-печать стремится стать самостоятельным методом производства, необходим переход к крупным сериям. В сфере постобработки требуются определенные и замкнутые интерфейсы, по возможности полная автоматизация и масштабирование отдельных этапов обработки. Лучше всего проводить интеграцию с использованием цифровых двойников и с учетом постобработки уже на стадии разработки конструкции.

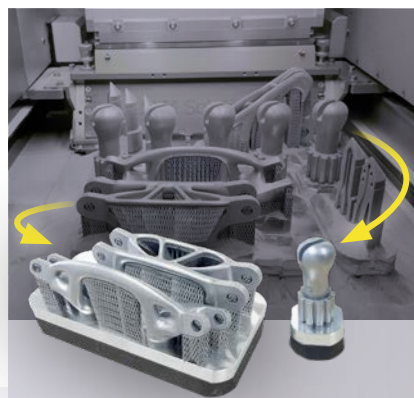
Если при разработке новых конструкции деталей будут открываться новые пути, а не производиться механическая замена существующих, усовершенствованных с годами методов изготовления на 3D-печать, то 3D-печать металлических деталей пробьет себе дорогу в крупносерийную промышленность. Интеллектуальные решения при практически неограниченных конструктивных возможностях помогут снизить давление цен. Налаженные автоматизированные производственные цепочки, от разработки конструкции и печати до постобработки, снижают расходы и обеспечивают прозрачное управление качеством. Здесь постобработка тоже не должна стать препятствием!

Сегментированные опорные платформы и зажимная система с нулевой точкой для максимальной стабильности процесса и универсальности

Постобработка в значительной степени зависит от напечатанной заготовки. Одним из «определенных и замкнутых интерфейсов» является система приспособлений для фикса-

ции заготовок. Специально для этого компания pL LEHMANN разработала AM-LOCK. Для автоматической постобработки, например для выполнения калибровых отверстий, резьбы, точной обработки поверхностей или обмера после 3D-печати, детали необходимо отделить друг друга, не отсоединяя от опорной платформы. Только так можно сохранить нулевую точку на заготовке. Напечатанные заготовки должны быть отсортированы соответственно тем процессам постобработки, которым они будут подвергаться. Отделение от несущей пластины должно осуществляться в самый последний момент, чтобы обеспечить максимальную эффективность и точность.

Так как зажимная система с нулевой точкой на флюсовой подушке подвержена особым воздействиям, необходимо избегать обычной механики движения. AM-LOCK использует технологическое тепло и реализует это требование за счет Thermo-Lock. Однако, многие пользователи применяют для постобработки уже известные системы. Зажимная система с нулевой точкой и система приспособлений для фиксации заготовок, совместимые с аддитивными технологиями, должны работать и в такой ситуации. Поэтому AM-LOCK легко адаптируется к различным системам, при этом напечатанные 3D-детали не нужно отделять от несущей пластины.



Максимальное удобство, максимальная точность и стабильность процесса. (фотография: pL LEHMANN)

Если рассматривать 3D-печать металлических заготовок в целом, то для достижения промышленной технологии производства нужно изучить всю производственную цепочку: от разработки конструкции и подготовки данных, процессов печати и постобработки, обеспечения универсальности данных для любого программного обеспечения, бесперебойной передачи заготовки на оборудование до отслеживаемого контроля качества. Здесь осталось еще много открытых вопросов, но уже найдено много хороших системных решений. Одно из них — метод Hirtisation® на AM-LOCK.

Контактная информация: **Peter Lehmann AG**
Bäraustrasse 43
3552 Bärau, Швейцария
Тел. +41 (0)34 409 66 66
Факс +41 (0)34 409 66 00
pls@plehmann.com
www.lehmann-rotary-tables.com

Hirtenberger Engineered Surfaces GmbH
Leobersdorfer Strasse 31–33
2552 Hirtenberg / Австрия
Тел. +43 2256 811 84 835
Факс +43 2256 811 84 849
surfaces@hirtenberger.com
hes.hirtenberger.com