

ТЕХНОЛОГИИ DMT ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ. ЧАСТЬ 2

АЛЕКСАНДР ЗУБКОВ
zubkov@dipaul.ru

В первой части публикации была рассмотрена новая технология 3D-печати металлических изделий — Direct Metal Tooling. Вторая часть посвящена примерам использования этого метода в промышленности.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОРОШКИ ДЛЯ DMT-ТЕХНОЛОГИИ

В отличие от специализированных мелкодисперсных металлических порошков, используемых в технологии SLM, материалы для DMT-принтеров имеют больший размер

гранул: 45–150 мкм. Но их стоимость существенно ниже. К тому же DMT-технология позволяет применять стандартные отечественные материалы порошковой металлургии при сферической форме гранул порошка.

Следует также отметить, что в данной технологии нет необходимости полностью загружать порошок емкость в рабочей зоне принтера, как это происходит при технологии селективного лазерного сплавления (обычно требуется не менее 50 кг). Можно использовать только требующееся количество материала.

Благодаря вышеописанным возможностям 3D-печать с помощью DMT-технологии является экономически эффективным способом изготовления металлических изделий.

В таблице указаны материалы, использование которых в DMT-технологии было успешно отработано. Список материалов постоянно расширяется, появляются технологические режимы для печати новыми металлами и сплавами.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ INSSTEK DMT В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рассмотрим несколько примеров использования DMT-технологии в промышленности.

1. Сложная геометрия каналов охлаждения форм для литья пластика.

Срок цикла отливки пластиковой крышки стиральной машины чересчур долгий. Чтобы решить эту проблему, с помощью DMT-технологии были созданы литейные формы с внутренними каналами охлаждения сложной геометрии (рис. 1), позволяющей максимально быстро и равномерно отводить тепло при процессе литья. Длительность цикла отливки сократилась почти вдвое — с 112 до 58 с, благодаря чему повысилась производительность технологической линии.

2. Антикоррозионное покрытие для литейной формы головки блока цилиндров двигателя (рис. 2).

Стальная (сталь H13) литейная форма имеет низкий срок службы из-за того, что подвержена коррозии за счет воздействия сопутствующих газов при литье алюминия. С помощью технологии DMT на нее было нанесено антикоррозионное защитное покрытие из Hastalloy C-22. В результате был увеличен срок службы литейной формы и, соответственно, снижена стоимость в расчете на количество отливок.

3. Высокопрочные металлические детали.

Требовалось получить высокопрочные металлические детали без термического отжига. Для этого деталь была выращена напрямую по технологии

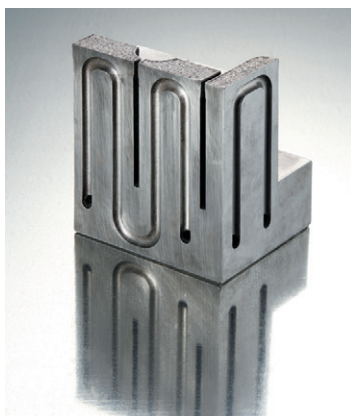


РИС. 1. ► Вставка пресс-формы для литья пластика с внутренними каналами охлаждения

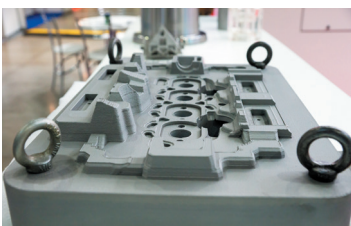


РИС. 2. ► Литейная форма блока головки цилиндров с антикоррозионным покрытием

ТАБЛИЦА. МАТЕРИАЛЫ, ПОДХОДЯЩИЕ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В DMT-ТЕХНОЛОГИИ

Металл	Сплав	Металл	Сплав
Сталь	Инструментальная сталь P20, P21	Титан Ti-6-2-4-6	CP Ti
	Инструментальная сталь H13 Ti-6-4		
	Инструментальная сталь D2 (M2, M4) Ti-6-2-4-2,		
	Нержавеющая сталь 304, 316, 420		600, 625, 690
	Нержавеющая мартенситная сталь 17-4PH, PH 13-8Mo71		13, 718, 738
	Износостойкая сталь S7, A2	Никель	HastelloyX, Waspalloy, C-276, Nistelle C
Медь	Cu-Ni, Cu-Sn, Al Bronze	Кобальт	CoCr, Stellite 6, Stellite 21, Stellite 706, MERL 72
Алюминий	4047, 4140, 4340 (в разработке)		

Примечание. Также можно использовать российские аналоги сталей, сплавов титана, никеля, меди, кобальта.

DMT, и в итоге получились высокопрочные изделия из низкоуглеродистой нержавеющей стали 420J2 (рис. 3) без применения термического отжига в процессе производства.

4. Быстрая корректировка литейной формы.

Компании Hyundai неожиданно понадобилось в короткие сроки внести модификации в литейную форму (рис. 4) для создания ламп головной оптики — вместо двух полос сделать четыре. Ограничения в первую очередь касались даже не стоимости замены, а сроков исполнения. Для решения этой проблемы две дополнительные полосы были нанесены на поверхность литейной формы методом DMT; материал как самих полосок, так и всей формы — инструментальная сталь P21. Это позволило получить новые литейные формы с необходимыми корректировками в сжатые сроки.

5. Восстановление и ремонт бандажного обода рабочих лопаток турбины высокого давления авиадвигателей F110-GE-129, установленных на истребителях F15 BVC Южной Кореи.

Бандажный обод РЛ ТВД турбовентиляторного двигателя F110, сделанный из сплава инконель 718, подвержен механическому износу в процессе эксплуатации за счет трения с подвижными частями турбины. Для увеличения его срока службы южнокорейские BVC приняли решение восстановить изношенные зоны (вместо традиционной замены детали на новую). Эти зоны были воссозданы за счет наплавки на них методом DMT сплава кобальт-хром Stellite25 (рис. 5).

Теперь бандажный обод можно отремонтировать, а не заменить новым. Также высокие износостойкие свойства сплава кобальт-хром Stellite25 при высоких температурах позволяют еще больше увеличить ресурс службы изделия после восстановления.

Процесс ремонта изделия прошел сертификацию у производителя авиадвигателя General Electric. Стоит отметить и экономический эффект — разработчикам удалось существенно продлить ресурс бандажного обода до его отправки в ремонт.

6. Массовое изготовление медицинских имплантатов.

Технология DMT используется в том числе в эндопротезировании и позволяет изготавливать в промышленном объеме медицинские имплантаты тазобедренных суставов. Операция по заме-



РИС. 3. ◀ Примеры изделий, полученных методом DMT. Важным требованием при их изготовлении является достижение высокой прочности без термической обработки

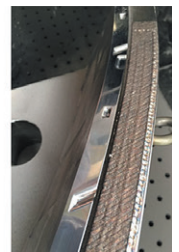


РИС. 4. ▲ Модификация литейной формы лампы головной оптики автомобиля Hyundai

не тазобедренного сустава протезом является сложной высокотехнологической процедурой, и один из основных показателей ее успешности — живляемость имплантата. Технология DMT применяется для нанесения пористого покрытия на поверхность имплантата с требуемой пористостью (рис. 6), что позволяет существенно улучшить прораствание кости в эндопротез.

Как видно из приведенных в статье примеров, использование технологии DMT для 3D-печати металлических изделий имеет ряд преимуществ и представляет одним из перспективных направлений, в частности при печати изделий размером до 4000 мм с применением широкого спектра металлических сплавов. ●



РИС. 5. ▲ Восстановление бандажного обода турбовентиляторного двигателя F110



РИС. 6. ◀ Пример нанесения пористых покрытий на вертлужную чашку и ножку тазобедренного имплантата методом DMT на установке MPC компании InsTek