

УДК 621.762.3
УДК 621.74.042

ИЗГОТОВЛЕНИЕ "ЗЕЛеноЙ" PИМ-ДЕТАЛИ НА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ УСТАНОВКЕ

Николай Александрович Ромашов, Олег Геннадьевич Карапузов

Магистры 1 года

кафедра «Литейные технологии»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: А. Б. Семенов,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Литейные технологии»

Ключевые слова: *фидсток (feedstock), «зеленая» деталь (green part), центробежное литье (spun casting).*

Аннотация: *В работе исследуется возможность изготовления фасонной «зеленой» детали из отечественного фидстока методом центробежного литья. Представлены результаты исследования.*

В Послании Федеральному Собранию на 2015 год Президент РФ Владимир Владимирович Путин отметил, что «...для перехода к качественно новому технологическому укладу и эффективной рыночной стратегии необходимо обеспечение одного из главных условий – ликвидации критической зависимости России от зарубежных технологий и промышленной продукции стран ЕС, США, Японии, Китая».

По мнению многих отечественных специалистов в области материалов и технологий доминантой национальной технологической политики должны стать аддитивные технологии. «Именно применение аддитивных технологий позволяет в полной мере реализовать основные принципы создания материалов нового поколения, заложенные в «Стратегических направлениях развития материалов и технологий на период до 2030 года», которые основаны на результатах фундаментальных и фундаментально-ориентированных исследований, полученных ведущими научно-исследовательскими организациями совместно с институтами РАН. Необходимо помнить главный принцип триединства аддитивного производства: материалы–технологии–конструкции, включая использование «зеленых» технологий при создании материалов» [1].

Однако PИМу (MИМу) и их значению для развития отечественного машиностроения в документах научных конференций и технической литературе уделено мало внимания [2], тогда как за рубежом PИМ рассматривается как серьезный конкурент аддитивной технологии с применением металлопорошковых композиций для лазерного сплавления металлических деталей. Как показано в цитируемой работе, Maetta Sciences – одна из ведущих фирм авиационно-космического сектора промышленности Канады, широко использующая AM и PИМ-технологии в своей производственной деятельности, следующим образом представляет перспективность использования PИМ на всех этапах жизненного цикла изделия: «Главная цель – добиться использования PИМ-технологий на ранних стадиях жизненного цикла продукта. В существующем производстве на различных стадиях жизненного цикла изделия компания, чтобы согласовать стоимости и объемы производства, использует несколько различных производственных процессов, включая аддитивные технологии SLA/SLS на стадии прототипирования. Используемое решение создает определенные ограничения в части конструирования, сертификации продукции и приобретения исходных материалов, что приводит к росту затрат на производство. Эти затраты могут быть заметно снижены, если все стадии жизненного цикла изделия будут ориентированы на использование соответствующих

РІМ-технологий, в том числе и на ранних стадиях жизненного цикла продукта» [3, «Роль РІМ в снижении стоимости производства точных деталей сложной формы»]. В результате практика промышленных фирм приводит к постепенному отходу от демонстрации впечатляющих возможностей АМ-машин к более глубокому анализу основных достоинств и недостатков АМ-технологии и возможных вариантов ее использования в реальном производстве. Подобное заключение можно сделать и относительно РІМа.

Технология литья композиций из полимера и металлического порошка МІМ (metal injection molding) является перспективной технологией, позволяющей изготавливать детали сложной конфигурации малыми и большими сериями. Данная технология состоит из следующих этапов и достигаемых результатов: перемешивание металлических порошков со связующим материалом (фидсток), расплавление и запрессовка фидстока в полость формы («зеленая» деталь), удаление полимерного связующего («коричневая» деталь), спекание (готовое изделие). На рисунке 1 представлено состояние материала на описываемых стадиях процесса.

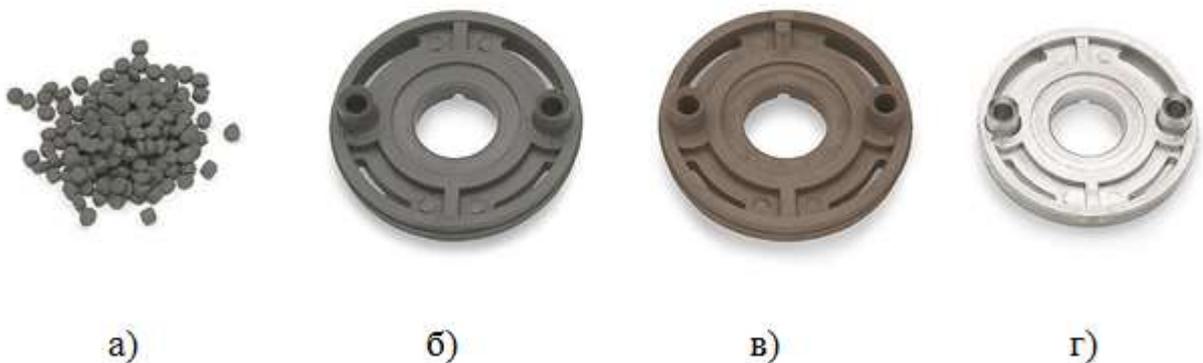


Рис. 1. а) Фидсток в виде гранул; б) «зеленая» деталь; в) «коричневая» деталь; г) конечная деталь [6]

Брак «зеленой» детали исключает возможность получения качественной готовой детали. Получение бездефектного качественного изделия зависит во многом от однородности распределения частиц порошка в «зеленой» детали [4]. Для обеспечения выхода годного изделия необходим контроль качества на каждом этапе. Система контроля качества деталей в фирме GKN представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Схема контроля качества при производстве деталей МІМ способом [6]

Самым распространенным способом изготовления «зеленой» детали является запрессовка фидстока в полость формы на машине литья под давлением (экструдер). Схема процесса литья представлена на рисунке 3. Формообразование осуществляется запрессовкой в литейную форму порции РИМ-суспензии, подготовленной в экструдере (показано на рисунке 3 красным цветом) и ее последующим затвердеванием под давлением, что позволяет заполнить и точно воспроизвести конфигурацию полости литейной формы материалом фидстока.

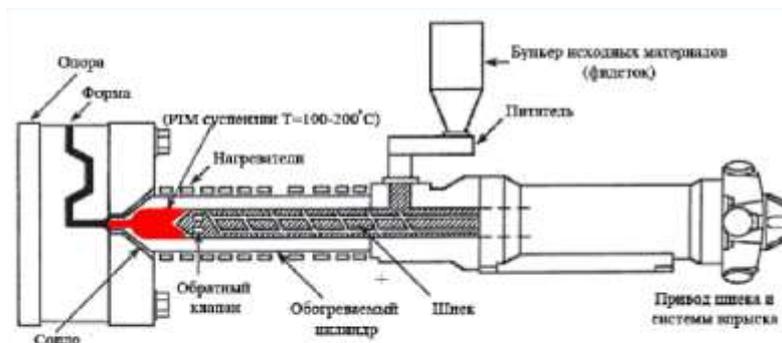


Рис. 3. Схема процесса литья на специализированной машине ЛПД (экструдер) [6]

Экструдер имеет обогреваемый цилиндр, в котором происходит расплавление фидстока, и расположенный в нем специальный шнек, позволяющий дополнительно перемешивать фидсток перед запрессовкой его в полость нагретой пресс-формы. Впрыск осуществляется перемещением шнека. После впрыска пресс-форма охлаждается до комнатной температуры и отливка извлекается. Это и есть «зеленая» деталь (или блок деталей).

Данный способ изготовления «зеленых» деталей имеет ряд недостатков:

- быстрый износ шнека при использовании твердых наполнителей;
- необходимость создания и поддержания высоких скоростей сдвига, обеспечивающих проявление эффекта тиксотропии и резкое снижение вязкости суспензии при прохождении сопла и каналов литниковой системы.

Однако самая большая трудность – это осуществление контроля технологических параметров во время запрессовки.

Целью данной работы является получение качественной «зеленой» детали на центробежной установке, показанной на рисунке 4. По нашему мнению, данный способ, в промышленном варианте пока никем не реализованный, позволит устранить ряд недостатков на этапе изготовления «зеленых» деталей.



Рис. 4. Центробежная установка

Новизна состоит в том, что в используемом варианте центробежного литья усилие прессования прикладывается не к поверхности порции металла, а распределено по всему ее объему. Для этого мы засыпаем фидсток в полость формы, далее вращаем на центробежной установке в заданном технологическом режиме, предварительно разогрев форму в печи.

На рисунке 5 «зеленая» деталь с литниковой системой изготовлена традиционным методом изготовления. Данная деталь имеет литниковую систему сложной конфигурации на которую дополнительно расходуется фидсток.



Рис. 5. «Зеленая» деталь с литниковой системой изготовлена традиционным методом изготовления

На рисунке 6 показан фидсток до момента запрессовки и «зеленая» деталь после завершения процесса. В ходе эксперимента нам удалось получить «зеленую» деталь требуемого качества. После чего данная деталь была подвергнута дебиндингу и спеканию. Предстоит изучение структуры и свойств полученного изделия.



Рис. 6. Фидсток, загрузженный в форму и «зеленая» деталь

Вывод: Данным методом, возможно, осуществить изготовление «зеленых» деталей на центробежной установке, однако для этого необходимо отработать технологический режим: температуру нагрева формы, частоту вращения, длительность воздействия поля центробежных сил и добиться требуемого качества материала в изделии, соответствующего стандарту на материал.

Литература

1. Каблов Е.Н. Аддитивные технологии – доминанта национальной технологической инициативы // Интеллект&Технологии. 2015. № 2.
2. Семенов А.Б., Гавриленко А.Э., Семенов Б.И. Порошковые технологии синтеза сложных фасонных деталей из суперсплавов: АМ и/или PIM (зарубежный и отечественный опыт) // Вторая международная конференция «аддитивные технологии: настоящее и будущее» 16.03.2016: сборник. В печати.
3. E.Baril, Y.Thomas, J-F.Hetu, S.Pelletier, National Research Council Canada – Industrial Materials Institute; M. Boisclair, B. Julien, Maetta Sciences, Powder Injection Molding (PIM) for Low Cost Manufacturing of Intricate Parts to Net-Shape. May 2006.
4. Погодина Е. Литье порошковых смесей // Пластикс. 2013. № 6. С. 34-36.
5. ZHENG Zhen-xing, XIA Wei. Numerical simulation of tungsten alloy in powder injection molding process // Science direct. 2008. № 18. PP. 1209-1215.

б. *Русланцев А. Н.* Конструирование установки и разработка режимов центробежного литья стальных деталей РІМ-методом для получения изотропных и градиентных свойств: магистерская диссертация. М., 2013.