

УДК 621.74.04:621.746.3

Тринева Т. Л.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНОЙ ОСНАСТКИ (ТЕХНОЛОГИИ RAPID PROTOTYPING)

Наращивание производства на современном этапе развития промышленности диктует изменения условий подготовки производства, что включает привлечение новых технологий. Технологии быстрого прототипирования (Rapid Prototyping), а именно технология SLS – селективного лазерного спекания порошков, на рынке Украины существуют уже 10 лет. За это время успев себя зарекомендовать как одна из неизбежных технологий при быстром освоении новой продукции [1–3].

Цель данной статьи – показать возможности технологий быстрого прототипирования, а также предоставить свойства, используемых ими материалов, применительно использования их в литейном производстве.

Материалы, используемые данной технологией, являются Dura Form GF и Dura Form PA – полиамидные порошки, представляющие новое поколение нейлоновых материалов, специально разработанные для термопластиковых деталей, устойчивых к агрессивным средам, таким как: спирты, гидрокарбонаты, топливо, растворители, требующие повышенного качества поверхности. Данные материалы обладают повышенной жесткостью, термостойкостью, механической прочностью, долговечностью, стабильностью размеров, легко поддаются механической обработке, сварке, соединению склеиванием. Выше сказанные характеристики позволяют предлагать данный материал в качестве материала, применяемого для изготовления модельной оснастки как для литья в «землю», так и для других видов литья. Причем, прочность моделей, изготовленных из данного материала, позволяет использовать различные виды формовки.

Свойства полиамидных порошков Dura Form GF и Dura Form PA, применяемых на установке Vanguard HS технологией SLS – селективного лазерного спекания, приведены в табл. 1 [4–7].

Таблица 1

Свойства полиамидных порошков Dura Form GF и Dura Form PA

| Характеристика | Характеристики Dura Form | | |
|---|--------------------------|----------------------|----------------------|
| | Ед. измер. | PA | GF |
| Плотность | г/см ³ | 0,59 | 0,84 |
| Средний размер частиц | мкм | 58 | 48 |
| Диапазон размера частиц 90 % | мкм | 25–92 | 10–96 |
| Поглощение влаги (23 °С) | % | 0,41 | 0,30 |
| Температура плавления | °С | 184 | 185 |
| Предел прочности | МПа | 44 | 38,1 |
| Удлинение при разрыве | % | 9 | 2 |
| Шероховатость поверхности, R _a | мкм | 8,5 | 6,2 |
| Шероховатость после доработки, R _a | мкм | 0,13 | 1,0 |
| Объемное удельное электросопротивление | Ом·см | 3,1·10 ¹⁴ | 2,0·10 ¹⁴ |
| Поверхностное удельное сопротивление | Ом·см | 3,0·10 ⁴ | 2,3·10 ⁴ |
| Диэлектрическая прочность | В/мм | 1,6·10 ⁴ | 1,5·10 ⁴ |

Стабильность размеров модельной оснастки, изготовленной из данного материала, наблюдается даже после 50 000 съемов после импульсной формовки (данные получены с действующих модельных оснасток, применяемых на ОАО «Армапром», г. Сумы, рис. 1, рис. 2.



Рис. 1. Модельная оснастка для заготовки «Ботинок неповоротный»



Рис. 2. Модельная оснастка для заготовок «Уголок», «Тройник»

Модельная оснастка, изготовленная из полиамидного порошка, имеет пористую структуру, что дает возможность не задерживать выделяющиеся газы формообразующих смесей.

Испытания литейной оснастки для выплавляемых моделей, изготовленной из полиамидного материала, проведенных на ОАО «ХТЗ», г. Харьков, показали положительные результаты (рис. 3).



Рис. 3. Литейная оснастка для заготовки «Кронштейн»

Изготовление резиновых изделий по пресс-формам из полиамидного порошка, изготовленных для ООО «Мотор-Сич», показали целесообразность использования литейной оснастки из данного материала для быстрого изготовления сложных деталей (рис. 4).

Изучение имеющихся особенностей технологий селективного материала как в построении моделей, так и физических свойств позволило установить следующие зависимости, учитывая которые, появилась возможность повысить точность изготовления «выращиваемых» изделий с $\pm 0,4$ мм до $\pm 0,1$ мм [8].

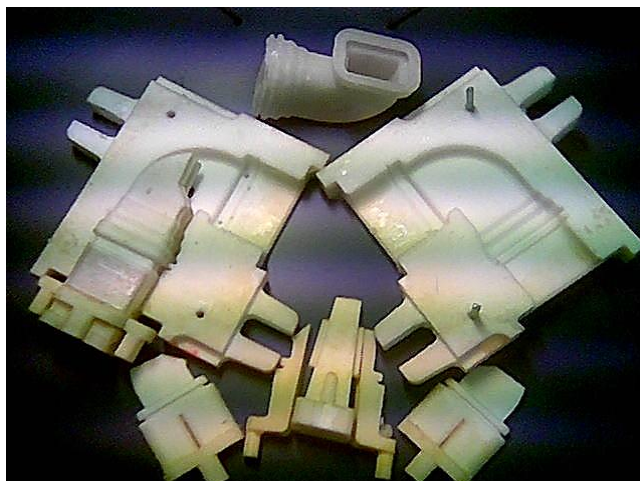


Рис. 4. Литейная оснастка для изготовления изделия «Уголок», материал – силикон

Установлена взаимосвязь между размерными отклонениями изделий и их расположением по осям X, Y, Z . Определено, что численные значения размерных отклонений по осям X, Y, Z не одинаковы и их значения отличаются в зависимости от размещения моделей на столе построения и материала оснастки. Для коррекции отклонений введено понятие поправочного коэффициента отклонений K_o и установлены его численные значения, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Параметры поправочного коэффициента отклонений

| Наименование установок | Материал | Гарантированный допуск, мм | Поправочный коэффициент отклонений $K_o, \%$ | | |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------|--|-----------|-----------|
| | | | X | Y | Z |
| Vanguard HS | Dura Form PA, Dura Form GF | $\pm 0,40$ | 0,80–1,30 | 0,15–0,45 | 1,15–2,30 |

Рекомендовано, элементы литейной оснастки располагать так, чтобы выбранные оси элементов построения при проектировании строго совпадали с осями на столе построения установки.

Определение величины поправочного коэффициента отклонений K_o , учитывающего специфику «выращивания» твердотельных изделий, обусловлено необходимостью обеспечения ожидаемой размерной точности и соблюдения правильной геометрии формообразующих элементов литейной оснастки, а значит и получаемых отливок.

При проектировании литейной оснастки, изготовленной с использованием технологии селективного лазерного спекания, для расчета размеров формообразующих поверхностей предлагаются следующие формулы.

Для размеров, формирующих внутренние формообразующие поверхности литейной оснастки (отверстия), а для отливки, соответственно, наружный контур:

$$L_{o.ф} = L_{отл.} \pm \left(L_{отл.} \times \frac{K_{мет.} - K_{н.ф} \pm K_o}{100} \right) + 0,5a + Z, \quad (1)$$

где $L_{o.ф}$ – размер внутренних формообразующих поверхности литейной оснастки (отверстий), мм;

$L_{отл.}$ – номинальный размер отливки по чертежу, мм;

a – допуск на размер отливки, мм;

$K_{мет}$ – коэффициент усадки заливаемого металла, %;

$K_{н.ф}$ – коэффициент расширения формы при ее нагреве (термоударе), %;

K_o – поправочный коэффициент отклонений размеров, табличные значения которого приведены в табл. 2, %;

«±» – знак перед скобками указывает, какой вид усадки присутствует в данном случае: свободная или затрудненная.

Для размеров литейной оснастки, формирующих поверхности отверстий в отливках, т. е. для стержней:

$$L_{с.ф} = L_{отл.} \pm \left(L_{отл.} \times \frac{K_{мет.} - K_{н.ф} \pm K_o}{100} \right) - 0,5a - Z, \quad (2)$$

где $L_{с.ф}$ – размер формообразующих поверхностей литейной оснастки, формирующих отверстия в отливках (стержень), мм;

Z – припуск на механическую обработку (на сторону отливки), в случае, если поверхность обрабатывается, мм.

Остальные буквенные значения те же, что для отверстий.

ВЫВОДЫ

Рассмотрение далеко не всех возможностей применения как данной технологии, так и применяемых ею материалов, позволяет сделать выводы о необходимости внедрения технологий быстрого прототипирования в литейное производство для ускоренного освоения новой продукции.

Дальнейшее изучение свойств полиамидного материала, применяемого технологией селективного лазерного спекания, показало возможность использования его в качестве выжигаемых и размягчаемых моделей, позволяющих получать стальные отливки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таран С. Б. Перспективные материалы формообразующих элементов пресс-форм и кокилей / С. Б. Таран, Б. П. Таран, Т. Л. Тринева // Вестник НТУ «ХПИ». – 2005. – № 24. – С. 150–159.
2. Пат. 74183 UA, Україна, В22С7/00, В22С7/04, В22С7/06. Пристрій для оснащення в технології утворення ливарної форми / його варіанти // Чернишов С. І., Вітязев Ю. Б., Барков В. В., Триньова Т. Л.; ДМетАУ. – № 2002108310; заявл. 21.10.02; опубл. 15.11.05, Бюл. № 11. – 8 с.
3. Пат. 74257 UA, Україна, В22С9/00, В28В11/00, В32В18/00. Спосіб виготовлення керамічної форми / Чернишов С. І., Вітязев Ю. Б., Триньов О. П., Триньова Т. Л., Конотопов В. С., Антипенко В. Ф.; ДМетАУ. – № 20031110336; заявл. 17.11.03; опубл. 15.11.05, Бюл. № 11. – 5 с.
4. Интегрированные технологии ускоренного изготовления изделий / ТОВАЖНЯНСКИЙ Л. Л. [и др.] // Високі технології в машинобудуванні. – Харків : НТУ «ХПИ», 2002. – Вип. 1(5). – 145 с.
5. Рабочие процессы высоких технологий в машиностроении : учебн. пособие / под ред. А. И. Грабченко. – Харьков : НТУ «ХПИ», 1999. – 436 с.
6. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления / ТОВАЖНЯНСКИЙ Л. Л. [и др.] ; под ред. Л. Л. ТОВАЖНЯНСКОГО, А. И. ГРАБЧЕНКО. – Харьков : ОАО «Модель вселенной», 2002. – 140 с.
7. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления / под ред. Л. Л. ТОВАЖНЯНСКОГО, А. И. ГРАБЧЕНКО. – Харьков : ОАО «Модель вселенной», 2005. – 224 с.
8. Тринева Т. Л. Обеспечение размерной точности формообразующих поверхностей литейной оснастки, изготовленной с помощью технологий быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) / Т. Л. Тринева // Процессы литья. – 2009. – № 3, май-июнь. – С. 31–35.

Статья поступила в редакцию 27.10.2011 г.