СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

MODERN TECHNOLOGIES IN FOUNDRY PRODUCTION

УДК 621.744.072.2

Карташев Дмитрий Игоревич, инженер-технолог РКК «Энергия»
Выпускник технологического университета «СТАНКИН» Россия, г. Москва
Kartashev Dmitry Igorevich, pro100dimonn@gmail.com

Аннотация

Статья посвящена современным технологиям, а именно технологии Binder Jetting в литейном производстве. Данная технология является современным взглядом на процесс получения литейных форм и позволяет получать их быстрее и дешевле нежели классическим способом. В статье описывается принцип создания литейной формы по технологии Binder Jetting. Показываются ее преимущества по сравнению с классическими методами. Так же рассматриваются различные материалы и их свойства, которые используются для получения литейных форм.

Summary

The article is devoted to modern technologies, namely to the BinderJetting technology in foundry engineering. This technology is the modern perspective on the process of mould manufacture and makes it possible to produce them faster and cheaper than by applying the traditional method. In this article the principle of mould creation based on Binder Jetting technology is described. Its advantages in comparison with classical methods are also shown. There are also different materials and its properties used to produce moulds being described in this article.

Ключевые слова: литейное производство, Binder Jetting, 3D-технологии, послойный синтез, литейная форма, 3D принтер.

Keywords: Foundry manufacture, Binder Jetting, 3D-tecnologies, layer-by-layer synthesis, foundry form, 3D-printer.

В наше время литье является одним из основных методов получения заготовок. Им получают заготовки разных размеров, а также различной сложности и формы. На сегодняшний день, в производстве применяются различные методы литья. Например, к классическим относятся такие методы как литье в песчано-глинистую форму и кокиль. При любых методах литья необходима литейная форма, в которую непосредственно заливается металл. Существуют различные способы получения литейных форм. Так, например, песчано-глинистую литейную форму можно изготовить способами, начиная от классических и заканчивая современными, с использованием аддитивных технологий, а именно 3D принтеров. О последнем методе и пойдет речь в этой статье.

Не секрет, что для создания песчано-глинистой литейной формы требуется целый модельный комплект. Но в наше время появились технологии, позволяющие существенно упростить и ускорить этот процесс. Благодаря аддитивным технологиям в машиностроении, сегодня можно получать необходимую форму на основе песка и полимеров, посредством печати ее на 3D принтере. Данная технология носит название Binder Jetting(BJ) и позволяет создавать песчано-полимерные литейные формы путём послойного синтеза, то есть нанесение песка и склеивание его связующим веществом, слой за слоем.

Процесс создания будущей песчано-полимерной формы начинается с построения ее цифровой модели с учетом литниковой системы. Затем, готовая 3D модель разбивается на слои и загружается в 3D принтер. После этого, на рабочую плоскость наносится слой песка, а из печатной головки подается отвердитель (Рисунок 1а). В основном, в качестве отвердителей, используются фурановые или фенольные смолы. На следующем шаге, с помощью ролика, на поверхность наносится и выравнивается новый слой песка (Рисунок 1б). После чего стол опускается на один слой ниже и процесс печати повторяется

(Рисунок 1в). Та часть песка, на которую не наносится отверждающее вещество так же остается на рабочей платформе и создает, так называемую, песчаную подушку. В результате, слой за слоем, получается отвержденная литейная форма, точно повторяющая цифровую модель. Время создания такой формы напрямую зависит от ее сложности и размеров, а также от количества штук, которые печатаются за одну операцию. А количество форм, которое можно получить за одну операцию ограничивается размерами стола 3D принтера. Точность печати высокая, она колеблется в зависимости от используемого оборудования и в среднем составляет 100мкм. На рисунке 1 представлена схема создания литейной формы по технологии Binder Jetting.

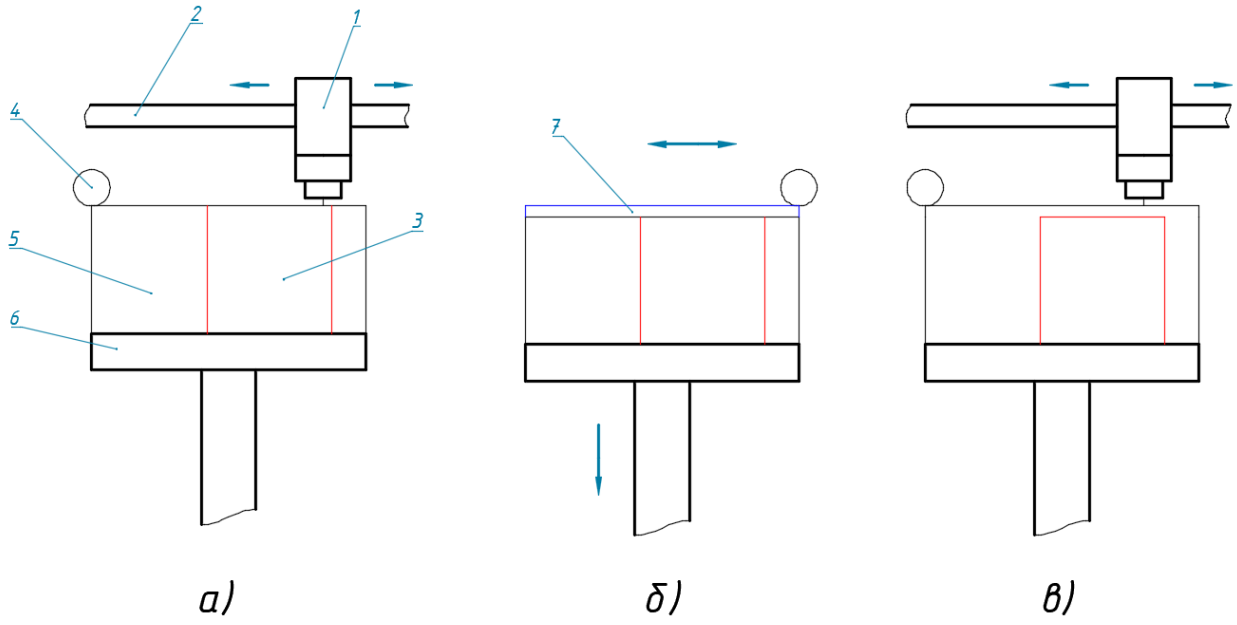


Рис.1. Схема создания литейной формы по технологии Binder Jetting.

1.Печатающая головка 2.Направляющая 3.Создаваемая литейная форма 4.Ролик 5.Песчаная подушка 6.Рабочая платформа 7.Новый слой песка.

В зависимости от требующихся свойств литейной формы используются различные виды песка. Наиболее распространенный материал для создания полимерных форм, это кварцевый песок. Модель, полученная из него с использованием фурановых смол, не требует запекания и может использоваться сразу после печати. Так же наряду с кварцевым, используется керамический песок. Он имеет высокую степень огнеупорности, а также минимальный коэффициент теплового расширения ($4,5\text{-}6,5*10^{-6}К^{-1}$), что

позволяет минимизировать пористость на отливках и, следовательно, улучшить качество поверхности отливки. Керамический песок может использоваться со всеми связующими веществами и часто применяется при литье стали и сплавов. Для литья чугуна, а также сталей применяется хромированный песок. Он так же имеет низкий коэффициент теплового расширения и обладает хорошей теплопроводностью. Полученные из него формы обладают высокой степенью стабильности. Может использоваться в смеси с кварцевым песком, для получения лучшего качества поверхности отливки.

Использование технологии BJ позволяет сократить технологическую цепочку, исключив из нее такие операции как изготовление физической модели, изготовление литниковой системы, формовочные операции, а это, в свою очередь, значительно снижает затраты на производство. Вместе с тем изготовленные литейные формы имеют высокий квалитет точности для литья. Так же достоинством данного метода является возможность создавать большую номенклатуру изделий с различной сложностью форм. В таблице 1 представлены некоторые характеристики разного вида песка.

	Кварцевый песок	Керамический песок	Хромированный песок
pH	6,5	7,2	8
Температура плавления, °C	1728	1825	1850
Газопроницаемость	>120	85	180

Таблица 1. Характеристики разного вида песка

Исходя из расчетов, которые описаны в статье «Производство литейных форм методом послойной печати» в журнале «Аддитивные технологии», использование данной технологии позволяет существенно снизить затраты на производство литейных форм. Сравнения материальных и временных затрат необходимых для производства литейного стержня представлены в таблице 2.

Технология	SLA и SLS	На станке с ЧПУ	На песчано-полимерном 3D-принтере (BJ)
Стоимость, руб.	46560	21560	45
Время, дней	9	24	1

Таблица 2. Сравнительный анализ технологий изготовления литейного стержня

Необходимо отметить, что метод послойного синтеза особенно удобен для изготовления форм крупно и среднегабаритных изделий. Также, этот способ часто используется для получения не только песчано-полимерных форм, но и керамических, изготовления изделий из пластика и может применяться для спекания металла. Дополнительным плюсом является отсутствие необходимости печати дополнительной конструкции для поддержки изделия.

В целом технология BJ является современным взглядом на классические методы изготовления форм для литейного производства и имеет хороший потенциал для применения и дальнейшего развития.

Использованные источники:

1. Leo Gregurić What Is Binder Jetting? – 3D Printing Simply Explained, 5 апреля 2019г.
2. Д.Н. Бычковский, А.Г. Неткачев Производство литейных форм методом послойной печати, февраль 2020г.
3. Kyle Maxey Binder Jetting for Investment Casting: AM Is Transforming an Age-Old Industrial Process, 12 августка 2015г.
4. М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш Аддитивные технологии в машиностроении, с18-33, Москва 2015г.
5. Daniel Günther, Florian Mögele Additive Manufacturing of Casting Tools Using Powder-Binder- Jetting Technology, 29 сентября 2015г.

Sources used:

1. Leo Gregurich What Is A Binder Jet? 3D printing simply explained, April 5, 2019
2. D. N. Bychkovsky, A. G. Netkachev production of foundries by layer-by-layer printing, February 2020g.
3. Kyle Maxi inkjet binder for die casting: am, turning century-old industrial process, 12 2015 2015.
4. M. A. Zlenko, M. V. Nagaytsev, V. M. Dovbysh Additive technologies in mechanical engineering, S18-33, Moscow 2015.
5. Daniel Günther, Florian Mögele additive manufacturing of casting tools using powder binder-jet processing technology, 29 2015 2015