

### **3D-ПРИНТЕР В МЕТАЛЛУРГИИ. ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЬЯ**

*И.В. Дрелих, студент группы 10В30*

*Научный руководитель: Ибрагимов Е.А., старший преподаватель*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Литье как один из способов обработки металлов известен человечеству очень давно.

У литья есть свои неоспоримые преимущества, и очевидные недостатки. У литейных деталей очень высок коэффициент использования материала (КИМ), нет волокон, перерезанных в процессе механической обработки, да и самой механической обработки требуется иногда совсем немного. Но при всех этих достоинствах механические свойства литых металлов и сплавов ниже, пористость — выше, возможно наличие внутренних дефектов и т.д.

Рассмотрим два наиболее популярных методов точного литья:

**1. Метод литья по выплавляемым моделям.**

**2. Метод литья по выжигаемым моделям.**

**Метод литья по выплавляемым моделям.**

Чтобы создать выплавляемую модель, нужна форма. Она изготавливается из алюминия. Изготовление формы очень затратно. Затем в форму по специальным каналам закачивается модельный состав. Это может быть парафин, воск, либо стеарин. Модели дают застыть. Затем форму разбирают и вынимают модель, её ещё называют восковой. Затем к ней припаивают литник тоже из модельного состава. Модель окунают в специальную эмульсию для того чтобы нанести песчанную корочку. Затем модель окунают в «кипящий песок» и сушат. Эту операцию повторяют до получения нужной толщины корочки. Далее модель с нанесённой корочкой помещают в ванну с модельным составом, разогретым до 160 градусов Цельсия. Там модель расплавляется и вытекает из корочки в ванну. Этот этап называют вытопкой. После удаления модельного состава из корочки её помещают в печь для прокалки. После этого её помещают в песчаную опоку для того чтобы при заливке металла её не раздавило. Заливают металл. После остывания деталь вынимают из песчаной опоки и раскалывают корочку. Деталь готова.

**Метод литья по выжигаемым моделям.**

Чтобы создать выжигаемую модель, нужна тоже форма. Её также изготавливают из алюминия. В неё засыпают мелкие шарики пенополистирола. Затем форму с шариками помещают в автоклав, где шарики при высоком давлении, влажности и температуре вспениваются и образуют единую модель. Затем приклеивается литник из пенопласта. После этого модель покрывают огнеупорной краской в несколько слоёв и сушат. Затем модель помещают в контейнер, где засыпают её сухим песком, и начинают откачку воздуха через песок для удаления газов, которые образуются при заливке металла, и заливают металл. При заливке полистирол испаряется («теряется пена»), и модель замещается металлом. При этом металл затвердевает в виде отливки в неподвижном песке, который, облекая модель при засыпке песка (формовке), принял форму зеркального отображения этой отливки. Потом деталь вынимают из песка, дают ей остыть, обрубая литники, и деталь готова.

Но все эти методы очень дорогие из-за формы и сам процесс очень долгий. Особенно он не подходит для изготовления штучных и мелкосерийных деталей.

Тогда можно применить способ 3D-печати из пластика. И потом просто выжечь модель. Но на кафедре чёрной металлургии в ЮТИ НИТПУ пошли ещё дальше. Они предложили метод печати модели из пластика на 3D-принтере и метод выплавляемой модели объединить. Этот метод решили испытать при изготовлении деталей для печи Таммана. Сначала на 3D-принтере напечатали сами модели, без литников и питательной системы. Дальше эти модели окунули в парафин для того чтобы на них образовался тонкий амортизирующий слой. Он нужен для того чтобы при вытопке и выжигании модели компенсировать расширение пластика, и для более лучшего соединения питателей и литника с пластиком. А потом из парафина изготовили литник и питательную систему. К моделям припаяли питательную систему. Далее к литнику припаяли все модели с питательной системой (Рис. 1).

После того как все модели припаяны наносят огнеупорную корку. Формирование корки — отлаженная технологическая процедура. Смешанные с эмульсией специальные порошки различной зернистости наносятся на модель в несколько слоёв, каждый слой просушивается (Рис. 2).

Далее вся модель помещается в ванну с нагретым до 160 градусов Цельсия модельным составом и литниковая и питательная система вытапливаются.

Далее вся конструкция на довольно длительное время отправляется в печь, где происходит выгорание материала выжигаемой модели.

Завершающий этап, продувка корки сжатым воздухом — процедура весьма ответственная: оставшиеся в форме обуглившиеся остатки модели могут свести на нет все труды. Конечно, все будет проще, если условия позволяют без риска разрушения или растрескивания корки охладить форму до комнатной температуры с последующим вымыванием остатков материала.



Рис. 1. Литниково-питательная система



Рис. 2. Формирование огнеупорной корочки

Далее идёт заливка металла в корку находящуюся в песчаной опоке (Рис. 3). После заливки форма остывает в течение суток, а затем корку раскалывают и на свет извлекается отливка в точности повторяющая очертания выжигаемой модели (Рис.4).



Рис. 3. Корочка перед заливкой



Рис. 4. Готовое изделие

Потом обрубается литниковые и питательные системы. Деталь обрабатывается, шлифуется. Литье по выжигаемо-выплавленным моделям иногда называют литьём с возможностью копирования отпечатков пальцев модельщика. И правда, отливка воспроизвела все мельчайшие детали.

С помощью этого метода легко создавать мелкосерийные и штучные изделия. Поскольку снижаются затраты на изготовление модели. Ускоряется весь процесс. От создания модели до заливки металла. Зольность пластика очень низкая, модель получается более качественная. Также этот метод можно использовать для экспериментальных отливок.