

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

© 2018 А. П. Преображенский, Н. М. Токарева

*Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)
ООО «ЗД комплекс», г. Воронеж (г. Воронеж, Россия)*

В статье проводится анализ особенностей использования аддитивных технологий для литейного производства.

Ключевые слова: аддитивные технологии, литейное производство, моделирование.

При анализе используемых технологий в литейном производстве и факторов, которые оказывают влияние на них, можно показать, что для того, чтобы осуществлять инновационное развитие литейных производств, требуется применять различные технологии: компьютерные, нанотехнологии и технологии прототипирования.

Применение аддитивных технологий для литейного производства дает возможности для «выращивания» литейных моделей и форм, которые невозможно изготавливать на основе традиционных способов, при этом значительным образом сокращаются сроки, в которые изготавливается модельная оснастка. За счет применения в процессах вакуумного литья форм и моделей, которые получены на базе аддитивных технологий, возникли возможности для уменьшения времени формирования опытных образцов, а также в определенных случаях серийной продукции – больше, чем на порядок.

Литейное производство значительным образом изменилось вследствие того, что стали использовать цифровое описание изделий – в рамках технологий CAD.

Технологии, связанные с послойным синтезом, при получении литейных синтез-форм и синтез-моделей дали возможности для того, чтобы было значительным образом уменьшено время, в течение которого создается новая продукция. Например, в автомобильной, авиационной промышленности традиционные методы дают несколько месяцев, а за счет технологии Quick-Cast сроки сокращаются до нескольких недель.

Развивающиеся трехмерные CAD/CAM/CAE-технологии заметным образом модернизировали современное литейное и, в первую очередь, опытное производство.

Такая модернизация позволяет создавать условия для того, чтобы полноценным образом реализовался принцип «бесбумажных» технологий во время всего процесса, когда создается новое изделие – реализация циклов проектирования и создания объектов разного назначения при широкой номенклатуре используемых материалов.

С этой целью идет оснащение литейных цехов и участков новым оборудованием, которое предоставляет большие возможности, но при этом требуются новые знания.

В существующих условиях в литейном производстве стремятся не только к тому, чтобы создавать точные копии объектом, но и создавать готовые функциональные градиентные объекты.

Литейные модели можно получать, выращивая при помощи:

- порошковых полимеров с последующим литьем относительно выжигаемых моделей;
- фотополимерных композиций, например, при этом применяют технологию Quick-cast с последующим литьем относительно выжигаемых моделей или технологию MJ (Multi Jet) для того, чтобы осуществлять литье относительно выплавляемых моделей.

Как модельный материал в традиционном литье относительно выжигаемых моделям активно используют полистирол. Изготовление полистирольных моделей происходит на AF-машинах, которые применяют SLS-технологию. Такая технология часто используется для изготовления объектов сложной формы, имеющих достаточно большие размеры при умеренных требованиях по точности.

Идея SLS-технологии состоит в том, что происходит накатывание модельного материала – полистирольного порошка при размере частиц 50-150 мкм с помощью специального ролика на рабочую платформу,

Преображенский Андрей Петрович – ВИБТ-АНОО ВО, д. т. н., профессор, app@vvt.ru.
Токарева Наталья Михайловна – ООО «ЗД комплекс», генеральный директор, tokkarrewwa_561@mail.ru.

которая расположена в герметичной камере с инертным газом – азотом.

Лазерный луч проходит в той области, в этом сечении CAD-модель соответствует области объекта. При этом лазерный луч рассматривается как источник тепла, за счет него осуществляется процесс спекания частичек полистирола (при рабочей температуре порядка 120°C).

Затем идет опускание платформы на несколько десятых мм и происходит формирование нового слоя, он спекается с предыдущим.

Повторение процессов происходит до полного формирования модели. Преимущество такой технологии состоит в том, что отсутствуют поддержки, при построении модель удерживается за счет массива порошка.

На сегодняшний момент машины дают возможности для создания моделей объектом: размер превосходит 50 см по каждому из направлений, не надо склеивать отдельные фрагменты.

Нет больших отличий в технологиях литья относительно восковых и полистирольных моделей, так как применяют те же формовочные материалы, литейные и вспомогательные машины.

Отличие состоит в том, что восковую модель «выплавляют», а полистирольную модель «выжигают», и еще в особенностях того, как идет формование и термообработка опок.

Недостатки технологии состоят в том, что процессы спекания порошков являются тепловыми процессами, для которых характерна неравномерность распределения тепла внутри рабочей камеры и совокупности материалов, происходит коробление, поскольку возникают температурные деформации.

В результате не сплавления порошка полистирола, а спекания структура модели будет пористой, похожей на то, какая структура у пенопласта.

Это позволяет облегчить процесс удаления материала моделей из форм при минимальных внутренних напряжениях при нагревании.

С уже сформированной моделью необходимо достаточно аккуратно обращаться при очистке и в дальнейших работах по подготовке к формованиям.

Применяют инфильтрацию, позволяющую придать прочность и хорошее соединение с литниковой системой и формовкой, проводят пропитывание модели при помощи

специального состава на восковой основе, при этом модель размещается в специальной печи.

Когда изготавливаются отливки, в ряде случаев используют процесс выращивания литейной формовочной оснастки на базе порошкового полиамида, который активно применяют в функциональном прототипировании. Модели, которые созданы из полиамида, являются достаточно прочными и в большинстве случаев дают возможности для воспроизведения прототипа максимальным образом близко к оригиналу. Иногда, с точки зрения экономической целесообразности, применяют полиамидные модели как альтернативу деревянным моделям.

Процесс выращивания модели такой же, как и в случае полистирола. Если это возможно, она делается полый при минимально возможной толщине стенок, чтобы были минимизированы температурные деформации. Потом идет заполнение модели во внутренней области эпоксидной смолой. Затем идет ее закрепление в формовочном ящике, идет окрашивание.

Могут использоваться специальные светочувствительные смолы, которые отверждаются избирательным образом и по-слойно для мест подвода при заданных программах луча света. Слои могут засвечиваться разным образом (лазером, ультрафиолетовой лампой, прожектором видимого света, светодиодами).

Достаточно распространены в литье металлов SLA, Polyjet и DLP-технологии. В первой из них лазерный луч последовательным образом проходит по всей поверхности того слоя, который формируется. Во второй отверждение осуществляется на основе луча в виде линии, когда формируется слой вследствие излучения от ультрафиолетовой лампы. В третьем подходе происходит засветка по всему слою одновременным образом вследствие того, что создается так называемая маска – «фотография» в текущем сечении CAD-модели.

Скорости выращивания в DLP- и Polyjet-технологиях больше.

Стереолитографию широко применяют для того, чтобы выращивать литейные модели; изготавливать мастер-модели (в последующем получают силиконовые формы, восковые модели и отливки из полиуретановых смол); создавать дизайн-модели, макеты и функциональные прототипы; изготавливать полноразмерные и масштабные модели

по гидродинамическим, аэродинамическим, прочностным и другим видам исследований.

Получение восковых синтез-моделей основывают на том, что применяется технология MJM – Multi Jet Modeling. Происходит построение моделей на 3D-принтерах с применением специальных модельных материалов. Особенность технологии MJM, как и стереолитографии, состоит в том, что существуют поддерживающие структуры.

Можно непосредственным образом выращивать песчаные формы при литье металлов, а также выращивать металлические формы, например, пресс-формы при литье пластмасс.

Можно непосредственным образом выращивать песчаные формы при литье металлов, а также выращивать металлические формы, например, пресс-формы при литье пластмасс. При этом необходимо использовать АФ-технологии, связанные с послойным спеканием плакированного песка при помощи лазерного луча и послойным нанесением связующего состава.

В данной работе рассмотрены некоторые возможности использования аддитивных технологий в литейном производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов В. Д. Новые материалы и ускоренная подготовка производства – гарантия успеха на рынке литейной продукции /

В. Д. Белов, Н. А. Белов, В. В. Дрокина // Литейное производство. – 2009. – № 5. – С. 13-16.

2. Greul M. Metal and ceramic prototypes using the Multiphase Jet Solidification (MJS) process Metallische und keramische Prototypen mit dem Multiphase jet Solidification (MJS) Verfahren. Fraunhofer IFAM / M. Greul // Conference on Rapid Tooling & Manufacturing, 1997.

3. Дорошенко В. А. Модульные производственно-технологические комплексы для мелко- и среднесерийного многономенклатурного производства / В. А. Дорошенко, А. И. Чудайкин, В. А. Юдин // Литейное производство.– 2012. – № 2.

4. Минаев А. А. О закономерностях развития современного литейного производства / А. А. Минаев // РИТМ. – 2010. – № 3 (51). – С. 26-30.

5. Мэллой Р. А. Конструирование пластмассовых изделий для литья под давлением / Р. А. Мэллой / пер. с англ. под ред. В. А. Брагинского, Е. С. Цобкалло, Г. В. Комарова. СПб.: Профессия, 2006. – С. 323-372.

6. Шишковский И. В. Перспективы быстрого прототипирования для изготовления моделей и литейных форм / И. В. Шишковский // Литейное производство. – 2010. – № 6. – С. 23-29.

THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN FOUNDRY

© 2018 A. P. Preobrazhenskiy, N. M. Tokareva

Voronezh Institute of high technologies (Voronezh, Russia)
LLC «3D complex», Voronezh (Voronezh, Russia)

The paper analyzes the peculiarities of the use of additive technologies for foundry production.

Key words: additive technologies, foundry production, modeling.