

Студенты: гр. 10404118 Курач Д.И., гр. 10404119 Стенник М.А.,
гр. 10404119 Белевич И.Т.

Научный руководитель – Ровин С.Л.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Литье по выжигаемым (или газифицируемым) моделям является одним из специальных способов литья. Данный метод хорошо подходит для создания точных, тонкостенных, сложных по конфигурации отливок в индивидуальном и серийном производстве из различных сплавов.

Сущность метода состоит в изготовлении модели из полимерного синтетического материала, как правило из полистирола, которая в процессе заливки жидкого металла в форму выгорает (газифицируется) и замещается расплавом по мере его поступления.

Традиционными методами изготовления выжигаемых моделей являются: вырезание из формованной полистирольной плиты (способ не требует большой точности и больших затрат при изготовлении, однако подходит лишь для изготовления моделей с простой геометрией и несложной поверхностью) и изготовление моделей в пресс-формах из вспенивающегося полистирола (способ применяется в серийном производстве, модели имеют высокую точность, однако при этом требуется длительная и затратная подготовка к выпуску – разработка и изготовление дорогостоящих прессформ).

Последние годы в литейном производстве все шире используются аддитивные технологии, одно из направлений их применения – «выращивание» полистирольных моделей с применением 3D-печати.

3D-печать дает возможность изготавливать уникальные объекты сложной геометрии для получения высококачественных отливок, что зачастую невыполнимо при использовании традиционных методов. Модели, которые созданы аддитивными методами, могут быть гораздо сложнее и тоньше, чем пенополистирольные модели, изготовленные в пресс-формах.

При этом исключается необходимость в изготовлении пресс-форм, а время изготовления моделей на 3D-принтере составляет от 1-2 до 6-8 часов, в зависимости от размеров модели [1].

Литейные модели для последующего литья по выжигаемым моделям могут быть получены из порошкового полистирола или фотополимерных композиций.

3D-печать полистирольных моделей приобрела особую популярность в области прототипирования, при изготовлении пилотных отливок, отработке технологии для освоения промышленного выпуска новых отливок, при выпуске штучной и малосерийной продукции. Полистирольные модели «выращиваются» чаще всего на AF-машинах, работающих по технологии SLS – Selective Laser Sintering – послойное спекание порошковых материалов [2].

Суть технологии заключается в следующем. Модельный материал (полистирольный порошок с размером частиц 50-150 мкм), накачивается специальным роликом на рабочую платформу, установленную в герметичной камере с атмосферой азота или инертного газа. Лазерный луч «пробегают» там, где компьютер «видит» в данном сечении САД-модели «тело», как бы заштриховывая сечение детали. Лазерный луч является источником тепла, под воздействием которого происходит спекание частичек полистирола (рабочая температура около 120 °С). Затем платформа опускается на 0,1-0,2 мм и новая порция порошка накачивается поверх отвержденного, формируется новый слой, который также спекается с предыдущим. Процесс повторяется до полного построения модели, которая в конце процесса оказывается заключенной в слой неспекенного порошка. Затем модель извлекается из машины и очищается от порошка.

Преимуществом данной технологии является отсутствие поддержек – они не нужны, поскольку модель и все ее строящиеся слои во время построения удерживаются массивом порошка. Имеющиеся на рынке машины позволяют строить достаточно крупные модели – размерами до 550x550x750 мм. Весьма высока и детализация построения моделей: могут быть построены элементы (номера деталей, условные надписи и пр.) с толщиной фрагментов до 0,6 мм, а гарантированная толщина стенки модели составляет до 1,5 мм [2].

К недостаткам технологии нужно отнести следующее: неравномерность распределения тепла по рабочей камере, по массиву материала и, соответственно – опасность коробления вследствие температурных деформаций; порошок полистирола не сплавляется, а спекается – поэтому структура модели получается пористой, похожей на структуру пенопласта, и хрупкой, поэтому «выращенная» модель требует весьма аккуратного обращения при очистке и дальнейшей подготовке к формованию. Для придания прочности и удобства работы с ней (сочленения с литниковой системой, формовки) модель пропитывают специальным составом на восковой основе – процесс называется инфильтрацией: пропитку проводят в специальной печи при температуре около 80°C. Это требует дополнительных затрат и тоже несет опасность деформирования модели. Однако в последнее время появились полистирольные модельные порошки, не требующие инфильтрации.

Суть технологии создания моделей из свето- или фото-полимеров состоит в использовании специальных светочувствительных смол, которые отверждаются избирательно и послойно в точках или местах, куда по заданной программе подводится луч света. Способы засветки слоя различны (лазер, ультрафиолетовая лампа, видимый свет). Существует две основные технологии создания моделей из фотополимерных композиций: лазерная стереолитография (SLA-технология) – отверждение слоя посредством лазера, и «моментальная» засветка слоя – отверждение слоя фотополимера вспышкой ультрафиолетовой лампы или прожектора [3].

SLA-технология предполагает последовательное «пробегание» лазерного луча по всей поверхности формируемого слоя модели. Согласно второму способу отверждение всего слоя происходит сразу же после или в процессе его формирования за счет излучения от управляемого источника света – видимого или ультрафиолетового. Скорость выращивания вторым способом выше. Однако SLA-технология точнее и применяется там, где требования к чистоте поверхности и точности построения модели являются основными и определяющими.

Основой в SLA-процессе является ультрафиолетовый лазер. Лазерный луч здесь является источником света. Луч «штрихует» текущее сечение САД-модели и отверждает тонкий слой жидкого полимера в местах своего прохождения. Затем платформа, на которой производится построение, погружается в ванну с фотополимером на величину шага построения и новый слой «обрабатывается» лазером по соответствующему контуру. При выращивании модели, имеющей нависающие элементы, одновременно с основным телом строятся поддержки в виде тонких столбиков, на которые укладывается первый слой нависающего элемента, когда приходит черед его построения. Процесс повторяется до завершения построения. Затем модель извлекается, остатки смолы смываются ацетоном или спиртом, а поддержки удаляются механическим способом. Качество поверхности стереолитографических моделей выше спекаемых по SLS-технологии и, как правило, модель не требует дополнительной обработки. В некоторых случаях, если угол между строящейся поверхностью модели и вертикалью меньше 30°, модель может быть построена и без поддержек. Ведущим производителем SLA-машин является американская компания «3D Systems», которая выпускает широкую гамму машин с размерами зоны построения от 250x250x250 мм до 1500x570x500 мм [3].

Последнее время все большую популярность приобретают так называемые Quick-Cast-модели, т. е. модели для «быстрого литья». Модели Quick-Cast имеют сотовую структуру массива стенок: внешние и внутренние рабочие поверхности выполняют сплошными, а само тело стенки формируют в виде набора сот. Такая структура обеспечивает при литье по выжигаемым

моделям дополнительные преимущества: при сохранении требуемой манипуляторной прочности существенно, на 70 % снижается общая масса модели, а это кроме экономии модельного материала и снижения стоимости модели означает, что меньшее количество материала должно быть газифицировано в процессе заливки формы расплавом, соответственно снижается вероятность появления газовых дефектов в теле отливки и уменьшается нагрузка на систему обезвреживания аспирируемых газов [3].

Список использованных источников

1.Аддитивные технологии в литье по выжигаемым моделям – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Применение 3D-технологий в литье по выжигаемым моделям (iqb.ru). Дата доступа: 14.04.2021.

2.Использование аддитивных технологий при литье по выжигаемым моделям – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Использование аддитивных технологий при литье по выжигаемым моделям (cyberleninka.ru). Дата доступа: 14.04.2021.

3.Аддитивные технологии в опытном литейном производстве – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Аддитивные технологии в опытном литейном производстве. - Праксис Инжиниринг (praxis-engineering.ru). Дата доступа: 14.04.2021.