

## 4.9 Аддитивные технологии

УДК 621.7

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗБИРАТЕЛЬНЫМ НАПЛАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОСНАСТКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ШОКОЛАДА

*Рыбченко У.Ф., студ., Мурашко Д.В., студ., Климентьев А.Л., ст. преп.  
Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены вопросы применения аддитивных технологий для изготовления оснастки при производстве изделий из шоколада.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, 3D-принтер, FFF-технология, моделирование избирательным осаждением, оснастка, форма, изделия из шоколада.

Аддитивные технологии все шире и шире находят свое применение во многих отраслях, например, в медицине, машиностроении, авиационной промышленности, строительстве и др. Не обошла стороной эта тенденция и пищевую промышленность. Благодаря доступной цене и простоте технологий появляется возможность приобретения 3D-принтера и создания изделий по собственному индивидуальному проекту. Что представляет интерес для кондитеров, работающих на заказ, а также энтузиастов изготовления подобных изделий.

Следует отметить, что возможны две базовые стратегии применения аддитивных технологий при производстве изделий из шоколада. Первая стратегия основана на использовании аддитивных технологий для производства мастер-моделей или технологической оснастки (форм), а вторая — на применении непосредственно для изготовления изделий.

Формы для кондитерских изделий (в том числе изделий из шоколада) могут быть силиконовыми, поликарбонатными, пластиковыми (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Виды форм для кондитерских изделий [1]: а – силиконовые; б – поликарбонатные; в – пластиковые

Самыми распространенными являются формы из пищевого силикона. Пищевой силикон прост в эксплуатации, является доступным как материал, выдерживает рабочие температуры от  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+220\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Процесс получения подобных форм обычно состоит из следующих этапов:

1. Проектирование трехмерной модели с последующей её печатью на 3D-принтере и получением мастер-модели изделия.
2. Доработка напечатанной мастер-модели для придания требуемой фактуры/гладкости поверхности.
3. Изготовления формы путем заливки мастер-модели пищевым силиконом.
4. Извлечение мастер-модели из формы.

К достоинствам формы из силикона так же можно отнести их невысокую стоимость, удобство в использовании, многофункциональность, компактность и экологичность (с некоторыми оговорками).

Основным недостатком силиконовых форм является их гибкость, что может препятствовать их использованию для заливки корпусных изделий, так как высока вероятность деформации изделия.

Также подходящими для производства шоколадных изделий являются поликарбонатные формы, которые активно используются на кондитерских фабриках. Это связано с тем, что поликарбонат является прочным, долговечным, достаточно устойчивым к температурам, экологичным (опять же с некоторыми оговорками) и надежным материалом.

К недостаткам поликарбонатных форм можно отнести их относительно высокую стоимость и специфический уход за ними. Тем не менее формы такого типа идеально подходят для изготовления корпусных изделий из шоколада.

Формы для шоколада из гибкого пластика – недорогие и довольно удобные. Такие формы предназначены, в большей степени, для формования шоколадных плиток без начинки.

Пластиковые формы также пользуются популярностью у кондитеров. В отличие от силиконовых аналогов они обладают большей прочностью. Однако пластик имеет свойство быстро приходить в негодность при длительном многообразном использовании.

Технология изготовления форм из поликарбоната и пластика отличается от технологии изготовления форм из силикона. Как правило, для изготовления форм из поликарбоната или пластика применяют технологию вакуумформования с использованием мастер-модели изделия.

Для изготовления форм проектируется трехмерная модель с последующей её печатью на 3D-принтере и постобработкой. В процессе вакуумформования листы материала зажимаются в раме, затем нагреваются и, когда становятся эластичными, – с помощью вакуума формируются на мастер-модели, после охлаждения готовые формы извлекаются.

Также следует отметить, что в настоящее время активно используются пищевые 3D-принтеры, в том числе способные создавать изделия из шоколада. Одним из первых шоколадных принтеров является Choc Creator 2.0 Plus производства компании Wuhan Chocolate Technology Studio (рис. 2) [2].



Рисунок 2 – Шоколадный принтер Choc Creator 2.0 Plus (Wuhan Chocolate Technology Studio) [2]

Данный 3D-принтер основан на технологии моделирования послойным направлением (FFF, fused filament fabrication, аналогично FDM, fused deposition modeling, компании Stratasys) с подачей материала шприцевой системой, при этом в качестве материала используется специальный состав шоколада (рекомендуется CALLEBAUT 811NV). Модель Choc Creator 2.0 Plus обладает областью построения 180 x 180 x 50 мм, рабочей температурой экструдера 30–32 °С и позволяет печатать с толщиной слоя 0,4–0,8 мм. Также стоит отметить, что используется специальное программное обеспечение Choc Print, поддерживающее \*.stl и \*.obj форматы файлов трехмерных моделей. [3]

Процессу подготовки принтера и самой печати можно разделить на следующие этапы:

1. Установка принтера на ровной поверхности.
2. Заправка шприца темперированным шоколадом и установка в специальный отсек.
3. Настройка расстояния от сопла до печатной платформы.
4. Выбор температурного режима, выбор модели, размера печати и запуск печати.

Чтобы добиться хороших результатов при печати, в помещении, в котором происходит печать,

температура воздуха не должна превышать 22 °С, в идеале печатать при 19 °С – это оптимальная температура для работы с шоколадом.

На основе проведенного анализа предлагается следующий метод применения технологии моделирования послойным наплавлением, как самой доступной и распространенной аддитивной технологии. На первоначальном этапе создается 3D-модель будущего шоколадного изделия, печать её на 3D-принтере и последующая её постобработка. Полученная мастер-модель используется для изготовления формы. В качестве материала для изготовления формы можно использовать полиуретан, так как полиуретан устойчив к влаге, обладает химической стойкостью к маслам и растворителям (кроме хлористого метилена), выдерживает температуру от –60 °С до +80 °С, так же он является дешевым и доступным материалом для литья, что позволяет использовать его для изготовления форм для литья изделий из шоколада.

Применение аддитивных технологий в сфере производства пищевых продуктов во всем мире расширяется и имеет большой потенциал. Одним из главных преимуществ 3D-печати в производстве является возможность создания индивидуального дизайна. Для некоторых бизнес-проектов применение аддитивных технологий позволяет выйти на новый уровень конкуренции.

#### Список использованных источников

1. Формы для шоколада: какие бывают и как их выбрать? / вПлатье.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://vplate.ru/kuhonnnye-aksessuary/formy-dlya-shokolada>. – Дата доступа: 01.04.2023.
2. Обзор шоколадного 3D-принтера Choc Creator 2.0 plus / kornveits, Блог компании Цветной Мир; habr.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/companies/cvetmir3d/articles/370433>. – Дата доступа : 01.04.2023.
3. Шоколадный 3D-принтер Choc Creator V2.0 Plus / ООО «Оргтехникс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://orgtechnics.ru/shokoladnyii-3d-printer-choc-creator-v2-0-plus-chocv2-0>. – Дата доступа : 01.04.2023.

УДК 621.7

## КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НАПЛАВЛЕНИЕМ НИТЕВИДНОГО МАТЕРИАЛА

*Медведев Г.Г., студ., Климентьев А.Л., ст. преп.  
Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены композитные материалы для FDM-технологии, их основные разновидности, способы получения, свойства и механические характеристики.

Ключевые слова: полимер, композит, производство наплавлением нитевидного материала, FFF, моделирование методом послойного наплавления, FDM, армирование.

Технология производства наплавлением нитевидного материала (fused filament fabrication, FFF) представляет собой технологию создания трехмерных объектов за счёт последовательного формирования слоёв (сечений) на основе цифровой модели объекта материалом из термопластичного полимера в виде нити (филамента) или прутка. Этот термин аналогичен технологии моделирования методом послойного наплавления (fused deposition modeling, FDM), принадлежащей компании Stratasys.

Особый интерес для применения в данной технологии, помимо традиционных материалов, представляют композиционные материалы (композиты). Композит – это сочетание двух и более разнородных и разнотипных материалов в сопоставимых количествах, отличающихся по ряду физических, технологических и механических свойств, один из которых выступает в качестве матрицы, а другой – в качестве армирующего компонента. Целью создания композиционных материалов является изменение (улучшение) свойств (как правило, физико-механических) исходного материала.

В процессе создания композита в основу (термопластичную матрицу) добавляется