BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 1991-3494
Volume 4, Number 362 (2016), 84 – 89

POSSIBILITIES AND PROSPECTS OF THE USE OF 3D-PRINTING IN FOOD INDUSTRY

T. K. Kulazhanov, V. Z. Kruchenetsky, M. Zh. Kizatova

Almaty technological university, almaty, kazakhstan.
E-mail: kruchen_37@mail.ru

Key words: 3D printer, three dimensional, 3D-printing, food, cooking, printers, extruder, plastic, photopolymer, the hydrocolloids.

Abstract. The aim of work is determination of possibilities and prospects of use of 3D-printing in food industry. In basis of consideration the methods of analysis, studies of the state of question of possibility of the three-dimen-sional printing, are fixed by means of 3D-printers of food products, readies to serve dish, principles and technology of their preparation (printing). Basis of methodology were structurally-technological questions of consideration of organization of 3D printers work, their composition, maintenance, software, necessary expense/pl materials, features. As a result of theoretical researches and their experimental verification not only possibility but also insistent neces-sity of passing is shown to deployment 3D-printing for preparation of foods and readies to serve dish as on industrial basis on enterprises, in organizations of food industry of different patterns of ownership, in small business, so in domestic terms. Examples are made, results of 3D-printing of foods, wares, readies to serve dish.

УДК 004.629

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 3D-ПЕЧАТИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Т. К. Кулажанов, В. З. Крученецкий, м. Ж. Кизатова

Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: 3D-принтер, трехмерная, 3D-печать, пищевые, кулинарные принтеры, экструдер, пластик, фотополимеры, гидроколлоиды.

Аннотация. Целью работы является определение возможностей и перспективы использования 3D-печати в пищевой промышленности. В основу рассмотрения положены методы анализа, изучения состояния вопроса возможности трехмерной печати с помощью 3D-принтеров пищевых продуктов, готовых блюд, принципов и технологии их приготовления (печати). Основой методологии явились конструктивно-технологические вопросы рассмотрения организации работы 3D-принтеров, их состава, содержания, программного обеспечения, необходимых расходных материалов, особенностей. В результате теоретических изысканий и их экспериментальной проверки показана не только возможность, но и настоятельная необходимость перехода к широкому использованию 3D-печати для приготовления пищевых продуктов и готовых блюд как на промышленной основе на предприятиях, в организациях пищевой промышленности различных форм собственности, в малом бизнесе, так и в домашних условиях. Приводятся примеры, результаты 3D-печати пищевых продуктов, изделий, готовых блюд.

Введение. Стремительно развивающуюся 3D-печать и ее использование в различных областях науки, техники, производства по праву считают третьей технической революцией. Все возрастающий интерес к 3D-печати вызвал необходимость рассмотреть возможности и перспективы использования 3D-принтеров и в пищевой промышленности.

Как известно, принтеры являются устройствами отображения информации; они различаются как двухмерная (2d), так и трехмерная печати (3D). В повседневной жизни мы используем в основном первые: матричные, струйные, лазерные – черно-белые и цветные, позволяющие получать изображения практически любой степени разрешения, всех цветов и оттенков. В отличие от них, 3D-принтеры печатают не картинку на бумаге, а объект в пространстве. Пространство имеет три измерения, поэтому такие принтеры получили название *трехмерных*. Но создать трехмерный объект сразу, одним действием, невозможно, поэтому они распечатывают такие объекты слой за слоем, подобно тому, как двухмерные – строка за строкой. То есть, распечатанная на 3D-принтере трехмерная модель – это полноценный материальный объект, который можно держать, поставить, переносить, использовать по назначению. В качестве материала для создания модели, как правило, используется специальный пластик [1].

3D-принтер работает следующим образом: к его рабочему элементу-головке–экструдеру подается пластиковая нить, он ее плавит и через сопло наносит на нужную точку распечатываемого слоя. При комнатной температуре пластик мгновенно засыхает и это позволяет быстро печатать, создавая слой за слоем, объемный объект. Принцип работы одного из простейших 3D-принтеров, использующих технологию экструзии, или нанесение термопластов (FDM – Fused Deposition Modeling), по которой чаще всего работают домашние 3D-принтеры, показан на рисунке 1. В зависимости от метода 3D-печати устройство может быть монохромным или цветным. FDM-принтеры, работающие по принципу экструзии, печатают макеты только одним цветом, хотя есть модели с несколькими печатающими головками, в каждую из которых можно загрузить нить разного цвета. У любой технологии существуют свои ограничения. Первое – это размеры. Каждый принтер имеет определенную область, в которой он может работать [1]. Естественно, чтобы воспроизвести объект, необходимо загрузить его геометрические параметры, его 3D-модель, созданную с помощью специальных программ. Данный объект предварительно оцифровывается и в виде файла находится в памяти компьютера.

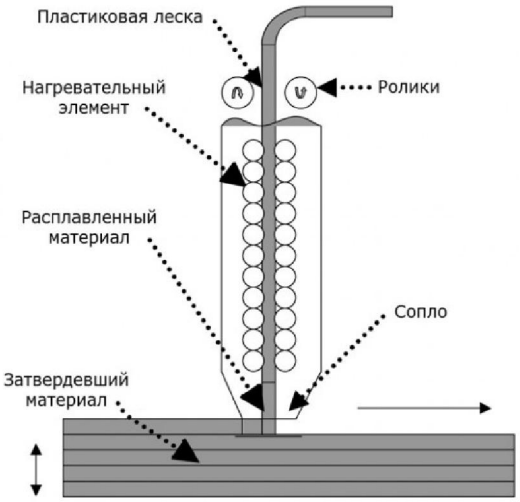

Рисунок 1 – Принцип работы FDM-принтера

Далее с помощью драйвера по цифровой модели объекта воспроизводятся такие движения печатающей головки, чтобы вытекающая из них расплавленная нить застыла в виде точной копии оцифрованного объекта.

Напомним, что цифровая модель – это файл, в котором специальным образом описано устройство этого объекта. Существуют 3D-сканеры, автоматизирующие процесс создания 3D-изображений. Точность воспроизведения модели даже простейших 3D-принтеров составляет порядка 100 мкм.

Во время печати принтер считывает 3D-печатный файл, содержащий данные трехмерной модели, и наносит последовательные слои из соответствующего расходного материала, выстраивая трехмерную модель из серии поперечных сечений. Эти слои соединяются или сплавляются вместе

для создания объекта заданной формы. Основным преимуществом данного метода является возможность создания геометрических форм практически неограниченной сложности.

То есть, технология работы с 3D-принтерами и 3D-моделями во многом схожая с известными и привычными методами и приемами работы с компьютерными файлами. Но не все трехмерные технологии способны выполнить 3D-печать. Основная разница заключается в том, каким образом слои накладываются один на другой. Наиболее распространенные технологии, используемые при 3D-печати: селективное лазерное сплетение (СЛС), моделирование путем наложения слоев расплавленных материалов (НРМ), стереолитография (СЛА). Первые две из них используют для создания слоев расплавленные материалы [1].

3D-принтеры открывают большие возможности во всех сферах человеческой деятельности. За ними большое будущее, пока же мы находимся в начале этого пути и их потенциал до конца не раскрыт. Действительно, возможности 3D-принтеров – феноменальные, ибо сегодня существуют из них такие, которые печатают не пластиком, а шерстью, металлом, пищевыми продуктами, например, благодаря технологии печати гидроколлоидами имеется возможность печатать съедобные изображения объектов – хлеб, овощи, мясо, молочные и любые другие продукты и даже готовые блюда [1]. На сегодня их уже существует большое разнообразие как для промышленного, так и домашнего использования.

Конструктивно различают пищевые, кулинарные 3D-принтеры закрытого и открытого типа. Функциональные возможности их практически близкие; одно из основных же отличий – в габаритах, числе экструдеров и, следовательно, размерах и сложности создаваемых объектов [1, 2].

Виды используемых расходных материалов определяют назначение, номенклатуру, особенности продукции [2]. Например, кулинарный принтер Foodini – простое и практичное устройство, использующее шприцевую экструзию. Причем печать возможна не только фаршем, но и любыми пастообразными продуктами – тестом, сыром, томатным пюре и др. Единственное ограничение пока этой модели принтера – отсутствие термической обработки [3]. Следует ожидать, что в скором времени появятся устройства, комбинирующие 3D-печать с холодильными агрегатами и, возможно, микроволновыми печами. Тогда сбудутся научно-фантастические предсказания о «репликаторах». Еще несколько лет назад одна лишь мысль о создании такого устройства казалась нереальной и фантастической, а уже сегодня многие кулинары удивляются возможностям современных пищевых принтеров.

Идея разработки подобного устройства принадлежит американским ученым из массачусетского технологического университета, где был создан первый 3D-принтер, который печатал различными лакомствами – из орехов, фруктов и шоколада. Он состоит из специальной приемной формы, выполняющей функцию терморегуляции, карусели со съедобными компонентами – ингредиентами, системы управления и интерфейса для пользователей. Принцип работы пищевого 3D-принтера очень схож с обычным струйным принтером, лишь с разницей в содержании картриджей; тонеры с пищевыми ингредиентами заменяют емкости с жидкими красителями. Для начала печати пищевого продукта (блюда) программно запускается рецепт, содержащийся в памяти устройства. По заложенному там же алгоритму принтер выкладывает в соответствующем порядке необходимые ингредиенты и последовательно накладывает из них слои. После окончания печати блюдо запекается и охлаждается. В момент, когда пищевые ингредиенты попадают в терморегулируемую форму, емкость быстро остывает и компоненты соответственно, закрепляются. Например, горячий шоколад быстро застывает, не растекаясь. Поскольку рецептов может храниться множество, то имеется практическая возможность создавать различные блюда.

Настроенный для печати пищевыми чернилами принтер Canon является одним из доступных на рынке (известен, как Canon Cake (рисунок 2) или Canon CandyJet. Он хорошо подходит для начинающих, в том числе частных кондитеров небольших кондитерских, открывает новые возможности в декорировании. Картриджи с пищвыми чернилами идут в комплекте [2, 4]. Пока 3D-принтер Canon Cake не имеет сканера, но есть возможность печатать съедобные изображения с компьютера. Для печати может быть использована сахарная, вафельная, шокотрансферная бумага. Последняя, позволяет печатать полноцветные, цветные изображения, например, такие как показано на рисунке 3. Выпускаемые уже сегодня съедобные чернила различного цвета подходят к различным 3D-принтерам [2, 4].

Рисунок 2 – Пищевой 3D-принтер canon

Рисунок 3 – Цветовые изображения, нанесенные на торты, шоколад

3D-принтер ChefJet, печатает не только сахаром, но и шоколадом или любой крошкой, которая слипается при обработке водой. Принцип работы Foodini также достаточно простой. Устройство использует вручную заряжаемые картриджи наподобие шприцов. В качестве расходных материалов используется любая еда в пастообразном состоянии. Например, для печати пиццы в один шприц закладывается тесто, в другой – расплавленный сыр, в третий – томатный соус [5].

Технологии изготовления пищевых продуктов, блюд постоянно развиваются. Растут и возможности современных кулинарных 3D-принтеров. Уже имеются такие, например, как Торт 3, оснащенные сканером [3]. Создаются новые модели, способные изготавливать не только кондитерские изделия, но и пельмени, другие изделия из мяса, теста и т.п. с программной регулировкой подачи тех или иных ингредиентов по уникальным рецептам. Устроены такие принтеры, как правило, по принципу каруселей, в том числе многоярусных. Например, 3D-принтер Virtuoso Mixer имеет три яруса, на каждом из которых располагается по восемь картриджей. На верхнем из них находятся картриджи с готовыми пищевыми продуктами – мука, соль, сахар или другие пищевые смеси. В картриджах среднего яруса располагаются миниатюрные миксеры или дробилки, измельчающие, перемешивающие, подающие в них ингредиенты. Нижний ярус состоит из экструзионного лотка, который предназначен для приготовления и хранения продуктов. Обычно этот ярус оснащен дополнительными устройствами для нагревания, охлаждения, запекания продуктов. Для последнего чаще всего используется уникальная стеклянная крышка нижнего яруса.