Глава 1
ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ

§ 1
Основные технологии

С каждым годом количество технологий 3D-печати растёт. Сейчас их уже больше десяти, и полёт инженерной мысли на этом не остановится — их будет всё больше. Однако если попытаться их классифицировать на основе, например, структуры материала, который используется при формировании печатаемого объекта, то разновидностей принтеров получится не так много (рис. 1–4).

- Нанесение разогретого материала (экструзия). Материал при попадании в экструдер нагревается до температуры плавления и дозированно подаётся через сопло на рабочую поверхность. Слой за слоем на рабочем столе печатается объект/изделие.

- Формирование детали в жидком фотополимере (стереолитография). Луч лазера послойно вычерчивает модель, и в точках соприкосновения с лазером фотополимер твердеет.

- Лазерное спекание порошковых материалов. На рабочую поверхность наносится тонкий слой порошка. Каждый новый слой сплавляется с предыдущим под воздействием лазерного луча. Также материал в форме порошка может выдуваться из сопла, и та часть порошка, которая попадает под сфокусированный луч лазера, мгновенно спекается. Так, слой за слоем, принтер формирует трёхмерную деталь.

- Ламинирование листовых материалов. На рабочий стол подаётся слой материала с нанесённым клеем, луч лазера вычерчивает контур изделия, платформа с готовым слоем сдвигается вниз, далее подаётся новый лист.

- Струйное моделирование. Печатающая головка 3D-принтера наносит поддерживающий и моделирующий (конструкционный) материалы на рабочую поверхность, после чего производится их фотополимеризация и механическое выравнивание.

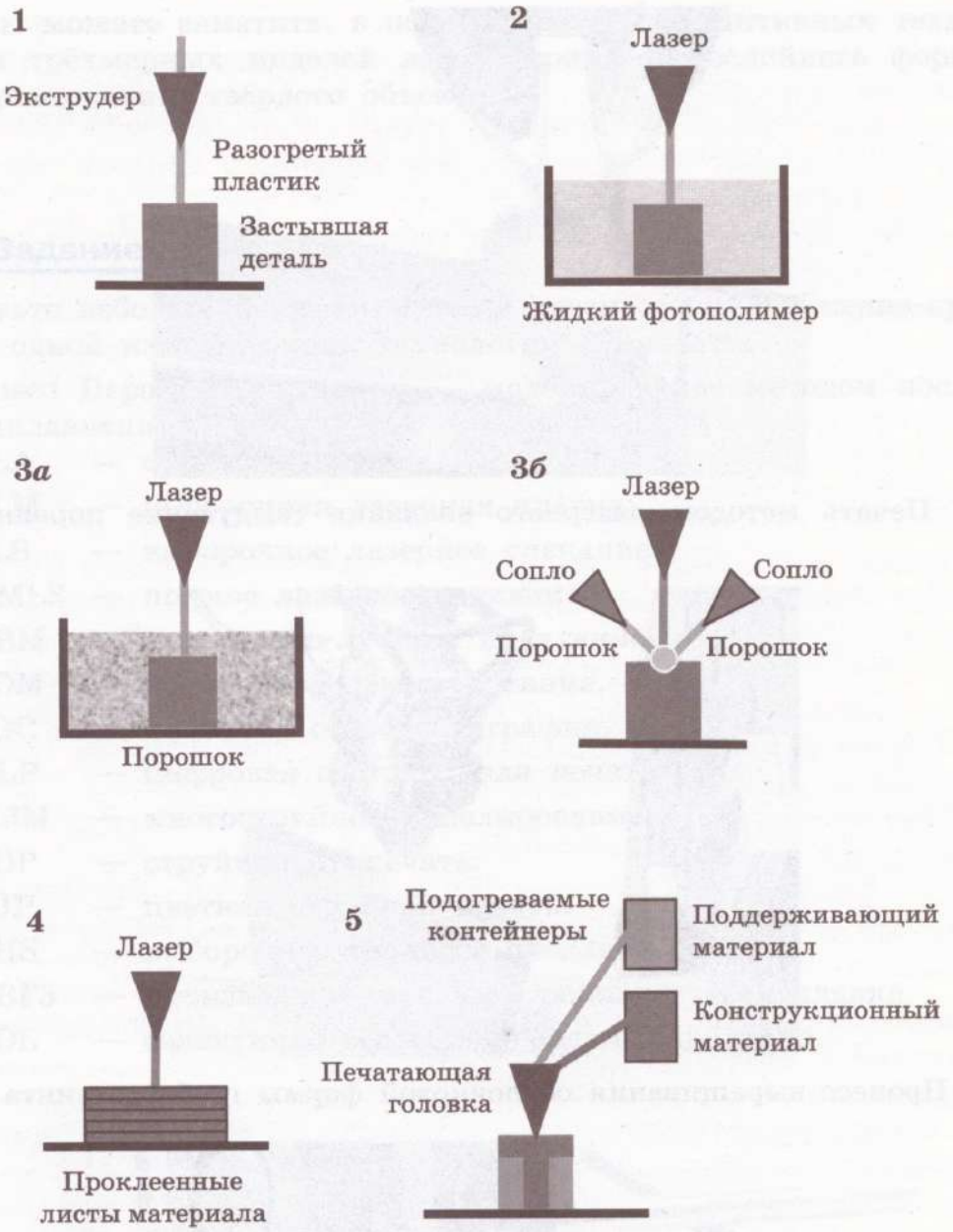


Рис. 1. Схемы технологий 3D-печати:

1 — экструзия;

2 — стереолитография;

3а — лазерное спекание тонкого слоя порошка;

3б — лазерное спекание с выдуванием порошка из сопла;

4 — ламинирование листовых материалов;

5 — струйное моделирование

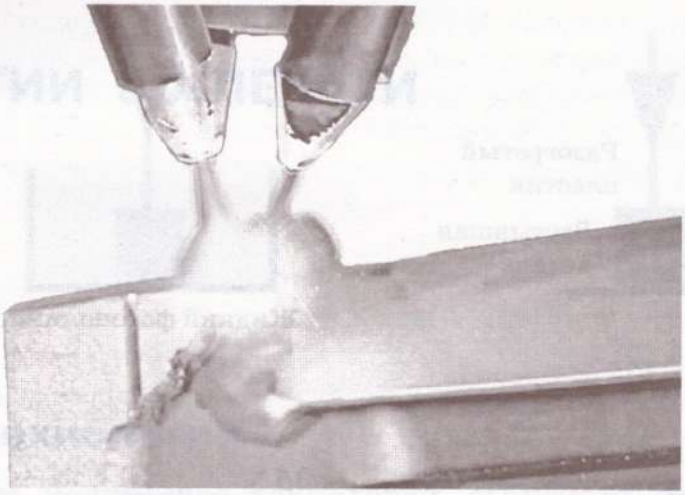


Рис. 2. Печать методом лазерного спекания (выдувание порошка через сопла)



Рис. 3. Процесс выращивания оболочковой формы гребного винта

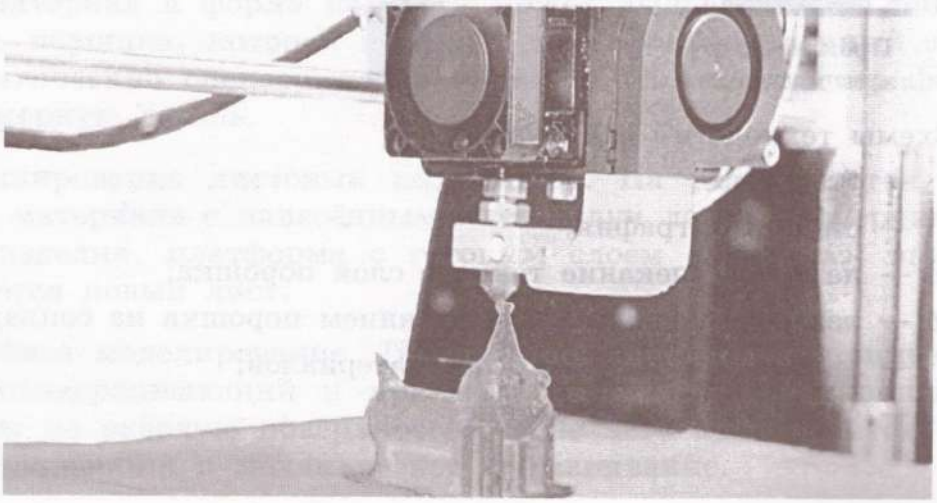


Рис. 4. Печать методом наплавления нити

Как вы можете заметить, в основе любой из аддитивных технологий создания трёхмерных моделей лежит принцип послойного формирования (выращивания) твёрдого объекта.

Задание 1

Подготовьте небольшой пятиминутный рассказ с мультимедиа-презентацией об одной из следующих технологий 3D-печати.

1. Fused Deposition Modeling — моделирование методом послойного наплавления.
2. SLA — стереолитография.
3. SLM — выборочная лазерная плавка.
4. SLS — выборочное лазерное спекание.
5. DMLS — прямое лазерное спекание.
6. EBM — электронно-лучевое плавление.
7. LOM — трёхмерное ламинирование.
8. SGC — масочная стереолитография.
9. DLP — цифровая светодиодная печать.
10. MJM — многоструйное моделирование.
11. 3DP — струйная 3D-печать.
12. CJP — цветная струйная печать.
13. SHS — выборочное тепловое спекание.
14. EBF3 — производственная электронно-лучевая плавка.
15. SDL — селективно осаждающее ламинирование.

§ 2 Применение аддитивных технологий

Аддитивные технологии (от англ. *add* — «прибавлять»), при использовании которых изделие создаётся слой за слоем, а за процессом следит компьютер, ориентируясь на точную трёхмерную модель, — один из главных мировых трендов. Ежегодный рост этого рынка варьируется в пределах 20–30%. Но важным, интересным фактом для всех является то, что рынок ещё только формируется. Трёхмерная печать включена в перечень основного инструментария четвёртой промышленной революции, переход к которой был объявлен на международном экономическом форуме в Давосе в 2016 году.

Традиционные технологии обработки металла основываются на вычитании материала, в то время как аддитивное производство построено на его добавлении. При этом получаются детали сложной геометрической формы, сделанные в очень короткие сроки (на порядок быстрее) и с малыми издержками. Это коренным образом меняет всю экономику машиностроения.

Примеров успешного нахождения сфер применения аддитивных технологий достаточно. Для нужд обороны уже созданы (напечатаны) на 3D-принтере российские беспилотные летательные аппараты. Осуществляется ремонт рабочих лопаток двигателей методом лазерной порошковой наплавки. На выставке «Авиакосмические технологии, современные материалы и оборудование» (г. Казань) был представлен первый российский напечатанный на 3D-принтере прототип малоразмерного газотурбинного двигателя для беспилотного летательного аппарата.

Уже сейчас полностью охваченной сферой применения аддитивных технологий становится медицина: *эндопротезы* (внутреннее устройство, выполняющее функцию органа, т. е., например, эндопротез сустава — это, соответственно, внутреннее устройство, замещающее функцию сустава), *биопринтинг* (создание объёмных моделей на клеточной основе с использованием 3D-печати, при котором сохраняются функции и жизнеспособность клеток), *зубные мосты*, *ортопедия* и т. д. Количество 3D-принтеров, используемых в медицине, ежегодно удваивается.

В числе потенциальных отраслей — машиностроение: производство инструментов и их шаблонов, космическая и авиационная сферы (лёгкие детали со сложной геометрией, компоненты турбин).

Несколько лет назад начался прорыв в области строительства зданий и сооружений с использованием 3D-печати бетоном.

В октябре 2015 года на выставке «Станкостроение» (в «Крокус-Экспо») были представлены первые российские разработки и промышленные образцы строительных 3D-принтеров.

В мае 2016 года в г. Дубай (ОАЭ) состоялось открытие офисного здания Dubai Future Foundation — первого в мире здания, напечатанного на строительном 3D-принтере. В феврале 2017 года в России в подмосковном Ступино создали первый дом, полностью напечатанный на стройплощадке, а не собранный из деталей, произведённых в заводских условиях.

В этом же году одна из американских компаний не просто разработала принтер, способный построить здание любого размера и формы, но и задала важный ориентир в скорости строительства: сумела построить дом всего за одни сутки. При этом площадь дома составляла 38 квадратных метров (прихожая, коридор, гостиная, кухня, ванная комната), предполагаемый срок службы — 175 лет.

Технологии трёхмерной печати действительно меняют мир.