

## § 57. Знакомство с 3D-технологиями

Технологии, применяемые в медицине, строительстве, дизайне одежды, — что между ними может быть общего? Какие мечты будущего уже сейчас могут воплотиться в реальность? Как построить 3D-модель, если у вас нет 3D-принтера?

Многие из вас летом на речке, сидя у кромки воды на песчаном берегу, любят брать сырой, почти жидкий песок в ладони и, выливая его из рук слой за слоем, строить башни (рис. 9.36). Потом такие башни можно соединять стенами, получая целые крепости, которые легко сметает набегающая волна.



Рис. 9.36. Башня из песка

Так, сами того не подозревая, вы занимаетесь *аддитивными* технологиями. (Название происходит от английского слова *add* — добавлять.)

Именно такой принцип создания предметов сейчас предлагают учёные и инженеры при трёхмерном моделировании.

В чём же заключается принцип трёхмерного моделирования?

Допустим, вам нужно изготовить объёмную модель колобка.

Для изготовления колобка из бумаги с использованием аддитивных технологий вам понадобятся: принтер, пачка бумаги, ножницы, клей. Пусть колобок будет высотой с пачку бумаги. В пачке бумаги 500 листов. На первом листе печатаем очень маленький кружок — практически точку. На втором листе кружок будет чуть больше точки (на толщину листа бумаги), на третьем листе чуть больше, чем на втором, и так 250 (половина пачки бумаги) кружков, увеличивающихся в диаметре. Вторую половину кружков нужно повторить в обратной последовательности, уменьшая их размеры.

После этого вырезаем все кружки и склеиваем в определённом порядке (если хватит терпения!).

Мы разобрали технологию изготовления простейшего 3D-объекта методом вырезания из листов. Не обязательно использовать бумагу, можно взять, например, фанеру.

Можно выпилить лобзиком из фанеры заготовки, а если есть доступ к лазерному резаку, то лазером и склеить все слои, получив деталь (рис. 9.37). В промышленной установке процесс вырезания и наклеивания, конечно, происходит автоматически — это делает робот по соответствующей программе.

Можно сделать модель колобка с помощью термопистолета с клеевым стержнем. Сначала поставить точку-капельку, потом сделать чуть больший диск вторым слоем, потом сделать третий слой чуть большего диаметра и т. д. Но скорее всего, изготовить колобок большого диаметра не удастся.

Кроме того, вы вряд ли сможете создать термопистолетом концентрические окружности ровно и аккуратно. Поэтому колобок в ручном режиме изготовления получится не очень товарного вида.

Ситуацию можно исправить, заменив термопистолет 3D-ручкой (рис. 9.38). Благо и разноцветных пластиков сейчас существует множество на любой вкус.



Рис. 9.37. 3D-модель из фанеры



Рис. 9.38. 3D-ручка

3D-ручка — это инструмент, способный рисовать в воздухе. И это никакое не волшебство, а всего лишь очередная аддитивная технология в области 3D-моделирования.

Принцип работы 3D-ручки достаточно прост — вместо чернил ручка заправляется пластиковой нитью, при нажатии на кнопку расплавленный материал выдавливается через керамический носик наружу.

С использованием такого устройства теперь можно «рисовать» не на бумаге, а сразу в пространстве! И недостатки точного моделирования могут стать достоинствами авторской работы.

Для промышленных же 3D-принтеров проблемы устойчивости и смещения при изготовлении требуют обязательного решения. Чтобы изготавливаемая фигура была устойчивой и не сместилась при изготовлении, заранее, ещё на этапе проектирования и разбивки слоёв, размещают тоненькие подпорки, которые потом надо удалять вручную. А чтобы внешний вид детали был ровный и аккуратный, используют качественные двигатели, которые перемещают плавильную головку строго по заданным координатам.

Подобный принцип положен в основу работы наиболее распространённых *принтеров с технологией ниточной печати* (рис. 9.39).

Спроектированная деталь создаётся из ниточного полимера, намотанного на катушку, как нитка на шпульку в швейной машинке. Полимерная нить подаётся в термоголовку, где плавится и выдавливается через сопло в нужное место. Такую головку называют *экструдер* (от лат. *extrusio* — выталкивать).

В конструкции принтера обязательно есть два мотора для перемещения головки экструдера по осям  $X$  и  $Y$  в нужное место на плоскости. А перемещение по оси  $Z$  (вверх-вниз) может быть организовано по-разному: либо рама с головкой поднимается всё выше и выше по слоям, либо опускается вниз платформа, на которой располагается «выращиваемая» деталь.

С помощью таких принтеров невозможно вырастить большую деталь с толстыми стенками. При остывании детали испы-



Рис. 9.39. 3D-принтер ниточной печати

тывают термическое напряжение, и деформация большой детали может сделать её непригодной в использовании.

Для создания больших деталей используют порошковые принтеры (рис. 9.40). Принцип формирования детали заключается в следующем: пластмассовый порошок насыпается в лоток и лучом лазера проводится контур. Под действием лазера порошок плавится, спекается, а сверху насыпается и разравнивается новый слой порошка. И так в цикле, слой за слоем, спекается нужная деталь. При **технологии порошкового спекания** подпорки не нужны, потому что каждый следующий слой опирается на предыдущий. Таким образом, можно проектировать и изготавливать, например, модели мостов с достаточно большими пролётами между опорами.

Вместо пластмассы можно спекать порошок керамики. В этом случае, правда, мощность лазера, который плавит порошок, должна быть существенно выше, чем при использовании легкоплавкого пластика. Керамическая деталь может быть использована в машине или механизме. Она способна выдерживать очень большие нагрузки.

Подумайте, можно ли вместо керамического порошка использовать металлический? Сможет ли принтер напечатать нужную нам деталь, упростив тем самым технологию литья?

Для того чтобы напечатать металлическую деталь, металл в принтере должен быть разогрет до такой степени, чтобы энергии луча лазера было достаточно для перевода металла из твёрдого состояния в жидкое. Каждая крупинка металлического порошка должна быть наподобие снежка. Если снежок с силой кинуть в стену, он немного деформируется и прилипнет к стене. Так же и с металлом: каждая крупинка должна прилипать, но при этом не плавиться до жидкого состояния и быть готовой принять сверху следующую крупинку. При этом все крупинки должны быть точно в нужном месте, чтобы деталь, полученная таким способом, точно отвечала заданным параметрам и её не приходилось потом подтачивать, шлифовать или ещё как-то обрабатывать. Как видно, в современных технологиях 3D-типирования вряд ли возможно использование металлического порошка.



Рис. 9.40. Порошковый 3D-принтер

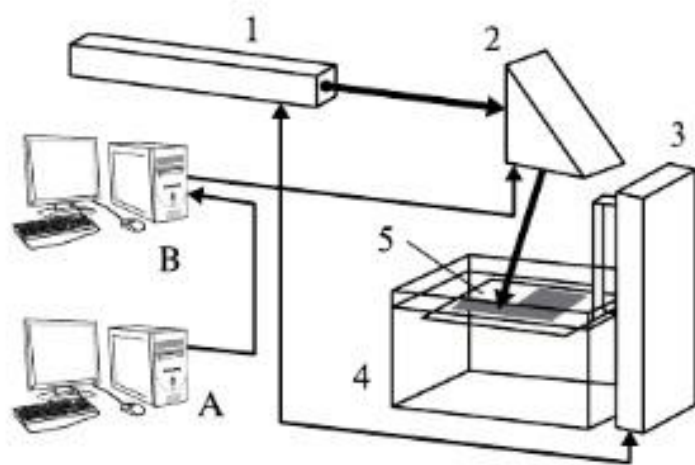


Рис. 9.41. Схема 3D-печати методом стереолитографии

В общем, есть ещё очень много загадок, которые предлагает нам природа. Для их разгадки необходимо провести множество исследований и экспериментов. Только после этого технология 3D-печати сможет войти в наш повседневный быт, чтобы поменять его.

Так, в магазине автозапчастей достаточно будет выбрать по каталогу нужную деталь, и магазин изготовит её прямо при вас. Или космонавты в случае необходимости высылают запрос на нужную деталь и выращивают её 3D-модель на своём принтере.

Часть такого футуристического будущего уже реализована, например, в виде кондитерских принтеров. Уже сегодня повар может приготовить шоколадный пирожок с помощью принтера, который печатает шоколадной ниткой.

Ещё один способ 3D-печати — **стереолитография** — затверждение жидкого полимера под воздействием ультрафиолетового лазера. Лазеры, в отличие от обычного фонарика, испускают луч строго определенного цвета. Под воздействием ультрафиолетового света некоторые полимеры из жидкого состояния переходят в твёрдое (рис. 9.41).

В данном принтере используется не нитка и не порошок, а ванна, в которую налит жидкий полимер. Внутри ванны перемещается платформа, на которой закрепляется первый слой выращиваемой детали. Сначала такая платформа находится в самой верхней точке. Луч лазера в соответствии с заданной программой проходит по поверхности жидкости. Там, где он прошёл, получается твёрдый слой. Когда все контуры рабочего слоя лазером пройдены, платформа опускается на толщину отвердевшего полимера. Жидкость натекает новым слоем, и процесс обработки лазером повторяется в цикле.

Преимущество использования метода стереолитографии заключается в том, что позволяет использовать материалы, которые не отторгаются живым организмом. Значит, их можно вживлять прямо в тело живого существа. Такие опыты уже проводятся на мышах и свинках. Когда технология вживления искусственно изготовленных органов пройдёт апробацию, можно будет поднять на новый уровень хирургическую медицину.



Рис. 9.42. Применение 3D-принтеров в строительстве

Особая тема — 3D-принтеры, используемые в строительстве жилых домов и промышленных объектов (рис. 9.42). Основные трудности создания строительных деталей методом 3D-типирования связаны с их большими размерами, а значит, принтер должен иметь мощный мотор. Следует также учитывать, что время отвердевания строительной смеси должно быть малым, чтобы следующий слой не раздавил предыдущий и чтобы смесь, подаваемая в экструдер, не застывала «на лету». У этой технологии огромное будущее, поскольку жилищная проблема стоит очень остро не только в нашей стране.

В настоящее время 3D-технология завоёвывает всё больше и больше места в нашей жизни. Она используется в машиностроении, проектировании, архитектуре, дизайне, медицине, строительстве, пищевой промышленности, биологии и других областях.

#### **Основные понятия и термины:**

*аддитивные технологии, 3D-моделирование, 3D-ручка, 3D-принтер, технология ниточной печати, стереолитография, технология порошкового спекания.*

#### **? Вопросы и задания**

1. Что такое аддитивные технологии?
2. В чём заключается принцип трёхмерного моделирования?
3. Какие бывают 3D-принтеры?

[https://yandex.ru/efir?stream\\_id=vimc8KAepLqs&from\\_block=player\\_share\\_button\\_yavideo](https://yandex.ru/efir?stream_id=vimc8KAepLqs&from_block=player_share_button_yavideo)