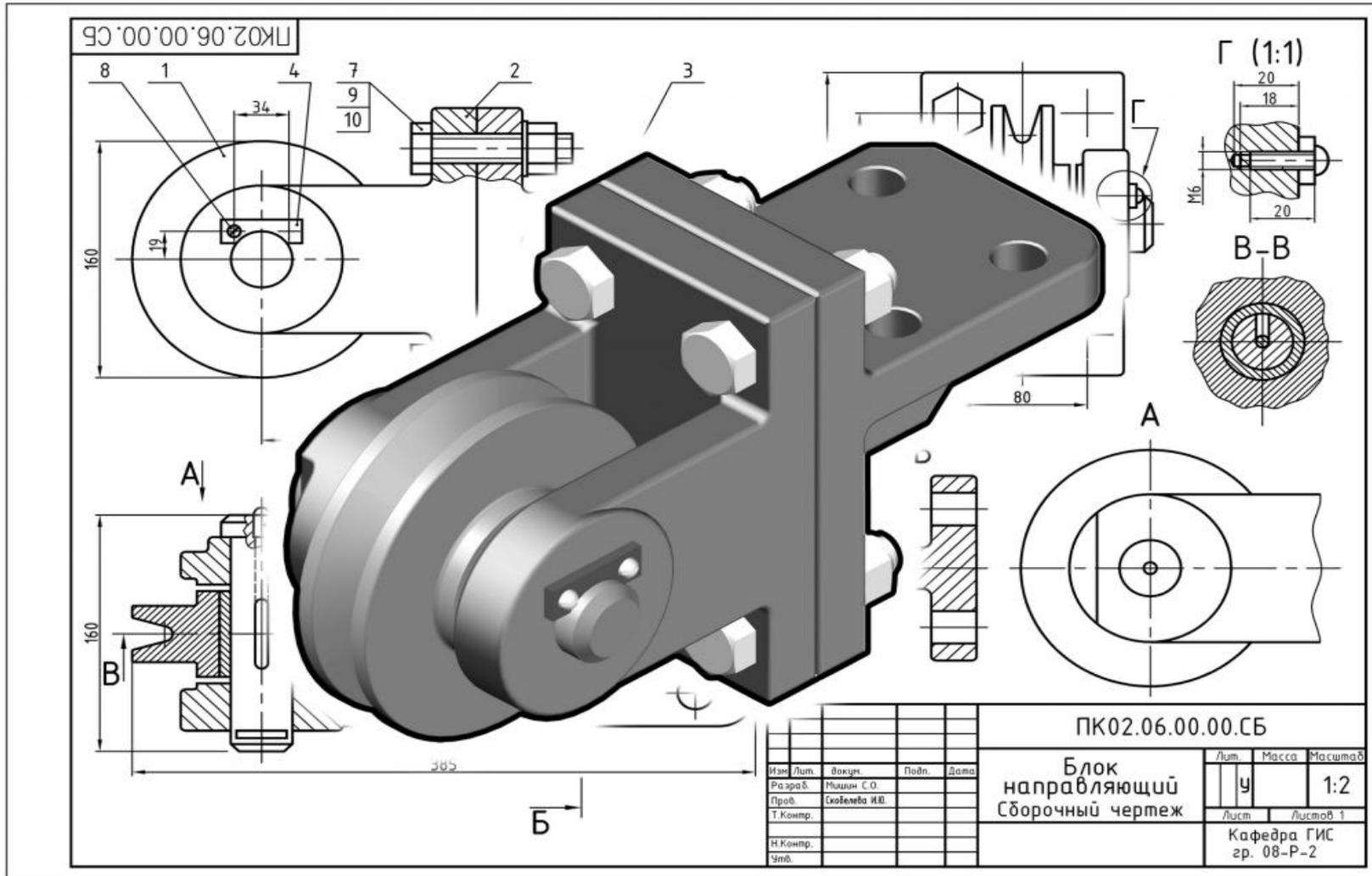


Перспективные направления технологии

**Технологии послойного
прототипирования**

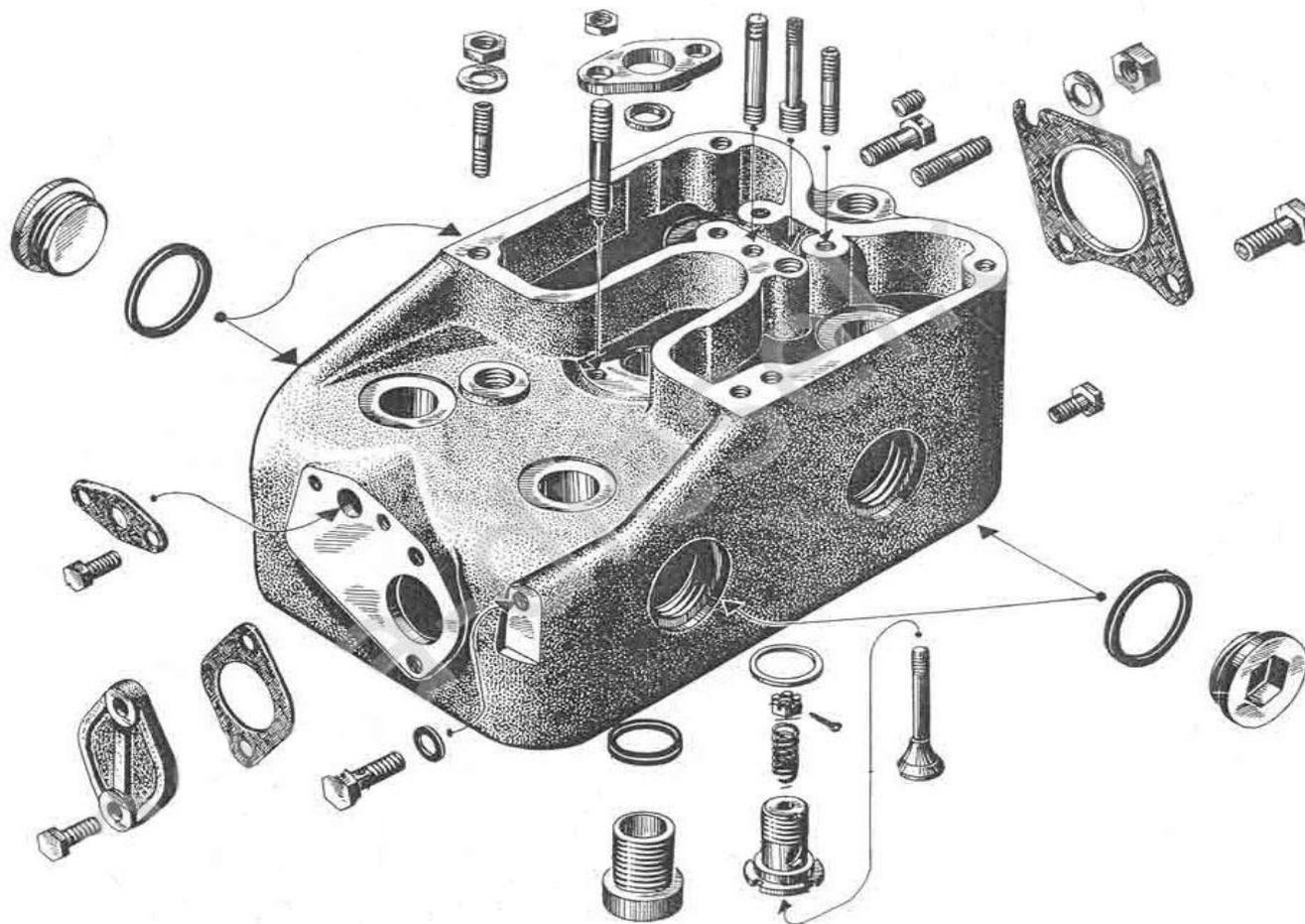
- При проектировании различных изделий и подготовке их производства возникает ряд конструкторских, дизайнерских, технологических и организационных проблем.
- Чтобы проверить собираемость, разбираемость, ремонтпригодность изделия, значение механических, кинематических, аэродинамических и других характеристик конструкции, требуется провести натурные испытания.

Простые сборные конструкции



Возможность сборки, разборки и ремонта можно оценить по чертежу.

Сложные изделия



имеющие отверстия, внутренние полости и каналы, криволинейные поверхности, создают большие трудности при чтении чертежей и компьютерных изображений даже для опытных конструкторов и технологов

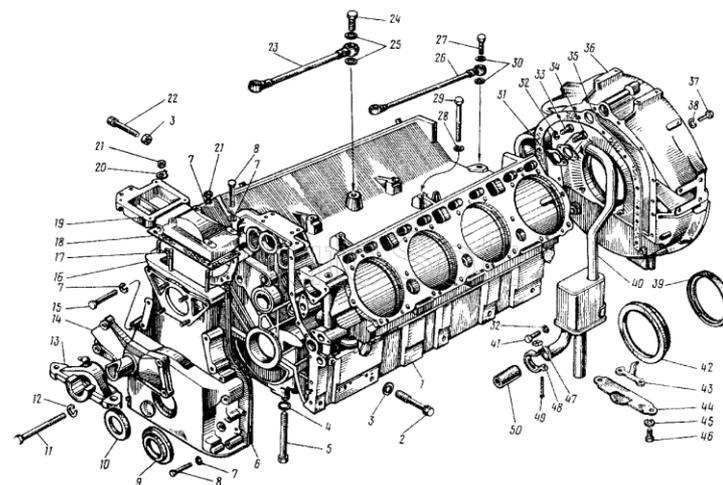


Рис. 9 Блок цилиндров двигателя ЯМЗ-238НД

- Изготовление моделей сложных деталей (блока цилиндров двигателя, крыла самолета и др.) является трудоемким и длительным процессом, который может отнимать несколько месяцев. Сократить эти сроки до нескольких дней позволяют **технологии послойного прототипирования.**

Прототипирование

— это создание полноразмерной физической модели объекта по виртуальной (компьютерной) модели

Суть послойного прототипирования

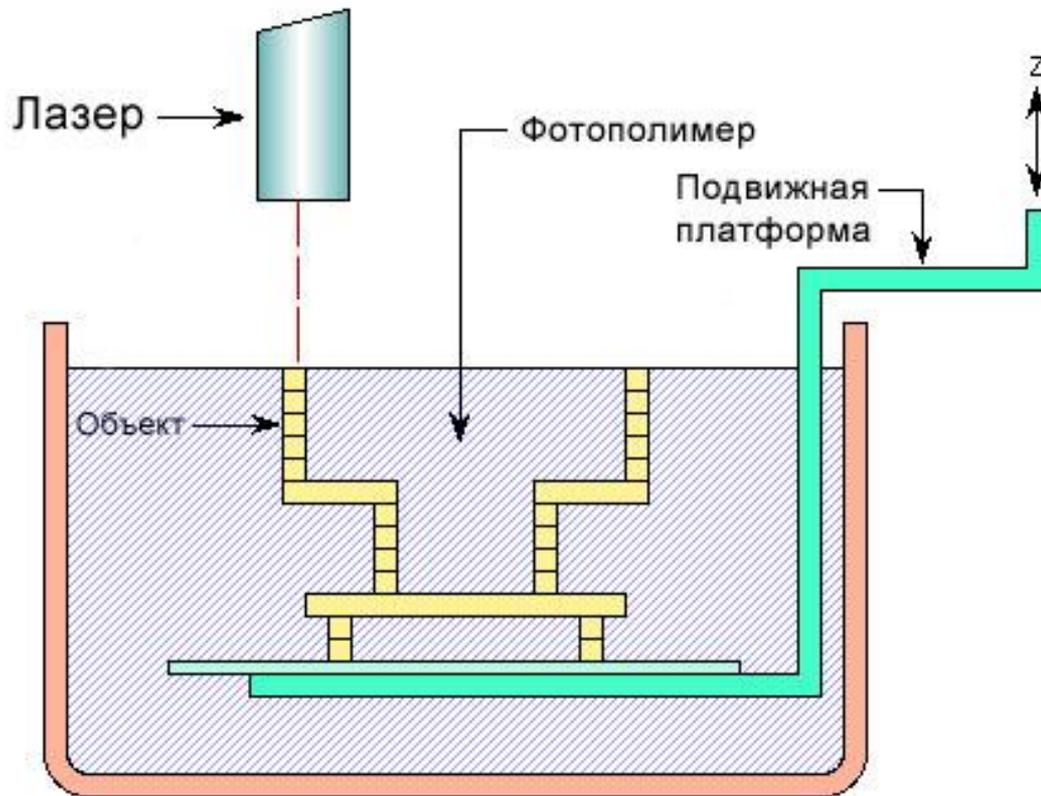
- Сначала на компьютере создается геометрическая объемная модель детали, которую при помощи специальных компьютерных программ разбивают на множество слоев толщиной 0,01 ...0,3 мм. Затем каждый их этих слоев «материализуется» с помощью разных технологий послойного прототипирования.

Существуют следующие технологии прототипирования:

- **стереолитография** (STL — stereolithography)
- **отверждение на твёрдом основании** (SGC — Solid Ground Curing)
- **нанесение термопластов** (FDM — Fused Deposition Modeling)
- **распыление термопластов** (BPM — Ballistic Particle Manufacturing)
- **лазерное спекание порошков** (SLS — Selective Laser Sintering)
- **моделирование при помощи склейки** (LOM — Laminated Object Modeling)
- **технология многосопельного моделирования** (MJM Multi Jet Modeling)

Прототипирование изделий перечисленными способами отличается исходным материалом и технологией нанесения слоев.

Лазерная и масочная стереолитография



Этот метод используют специальные фоточувствительные полимеры, затвердевающие под воздействием света: **при лазерной стереолитографии** — света лазера, **при масочной** — ультрафиолетового света.

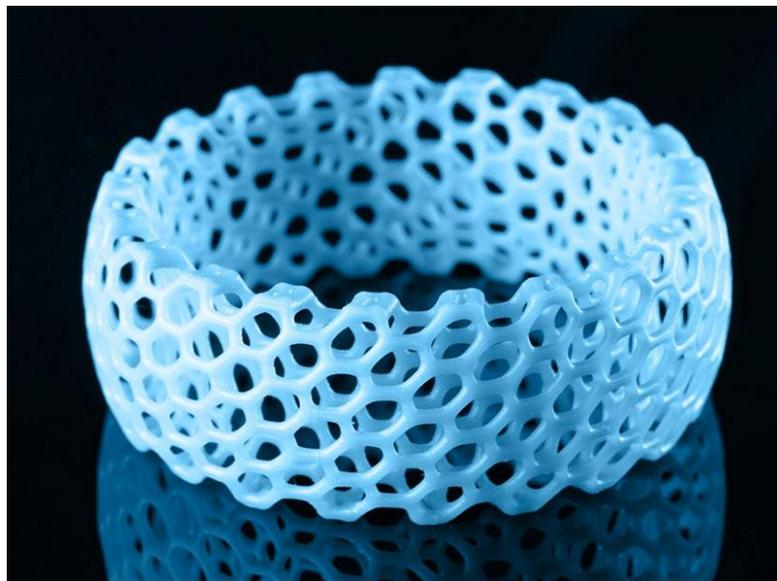
Лазерная стереолитография

Синтез детали начинается с нижнего слоя детали. Подвижный стол погружается в ванну на толщину первого слоя. Затем специальный **нож (ракель)** проходит от передней стенки ванны к задней (или наоборот) и удаляет излишки полимера с детали, после чего начинает работать лазер. В сканирующую систему лазера загружается информация о первом сечении модели, и лазерный луч освещает только те участки сечения, где должен быть материал детали. Под воздействием света лазера полимер затвердевает. Точки сечения детали, в которых материала нет, не подвергаются воздействию лазерного луча, и отвердевание полимера в них не происходит.

После «отрисовки» лазером первого слоя подвижный стол опускается на толщину второго слоя, и процесс нанесения полимера и сканирования лазером повторяется. И так далее, до тех пор, пока все слои детали не будут синтезированы. В результате получаем заданную деталь, изготовленную из полимера.

Масочная стереолитография

- Послойное отверждение полимера при экспонировании (освещении) ультрафиолетовым светом через *фотомаску* (трафарет), прозрачную только в тех местах, где должен быть материал детали.
- Исторически масочная стереолитография была создана самой первой. В качестве источника света в этой технологии применяют матрицы точечных источников света или галогенные лампы. Рисунок затвердевшего слоя фотополимера создается с использованием маски. Засвечивание слоев происходит целиком при помощи специальных масок, каждая из которых для очередного слоя создается индивидуально.



Метод избирательного лазерного спекания

- напоминает лазерную литографию, воссоздание слоев детали также происходит при сканировании лазерным лучом. Но в отличие от литографии при спекании используют порошок, частицы которого расплавляются попавшим на них лазерным лучом и свариваются между собой. Для спекания можно использовать как легкоплавкие порошки полимеров (полиамида, полистирола), так и порошки металлов. Данный метод позволяет сразу получить модель из металла, минуя стадии изготовления промежуточных полимерных моделей, литья и механической обработки.

Метод наплавления

Это технология послойного прототипирования, при которой каждый слой будущей детали формируется путем выдавливания жидкого **термопластичного материала** на охлаждаемую основу.

Температура выдавливаемого материала незначительно превышает температуру его затвердевания (аналогично созданию надписей на торте шоколадным кремом).

Ламинирование.

- Деталь изготавливается путем лазерной резки листовых материалов и последующего спекания листов (ламинирования).

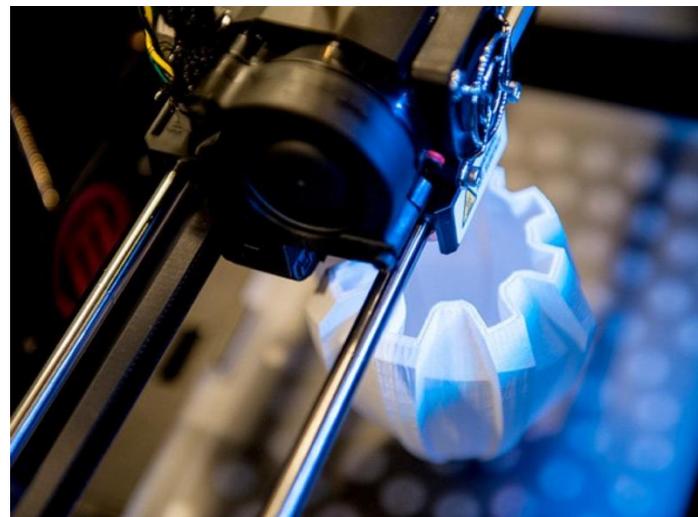
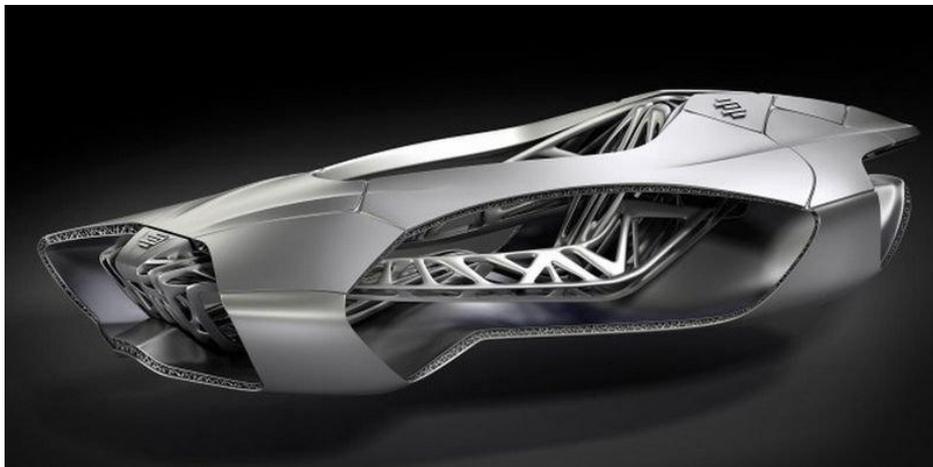


Рулонный ламинатор

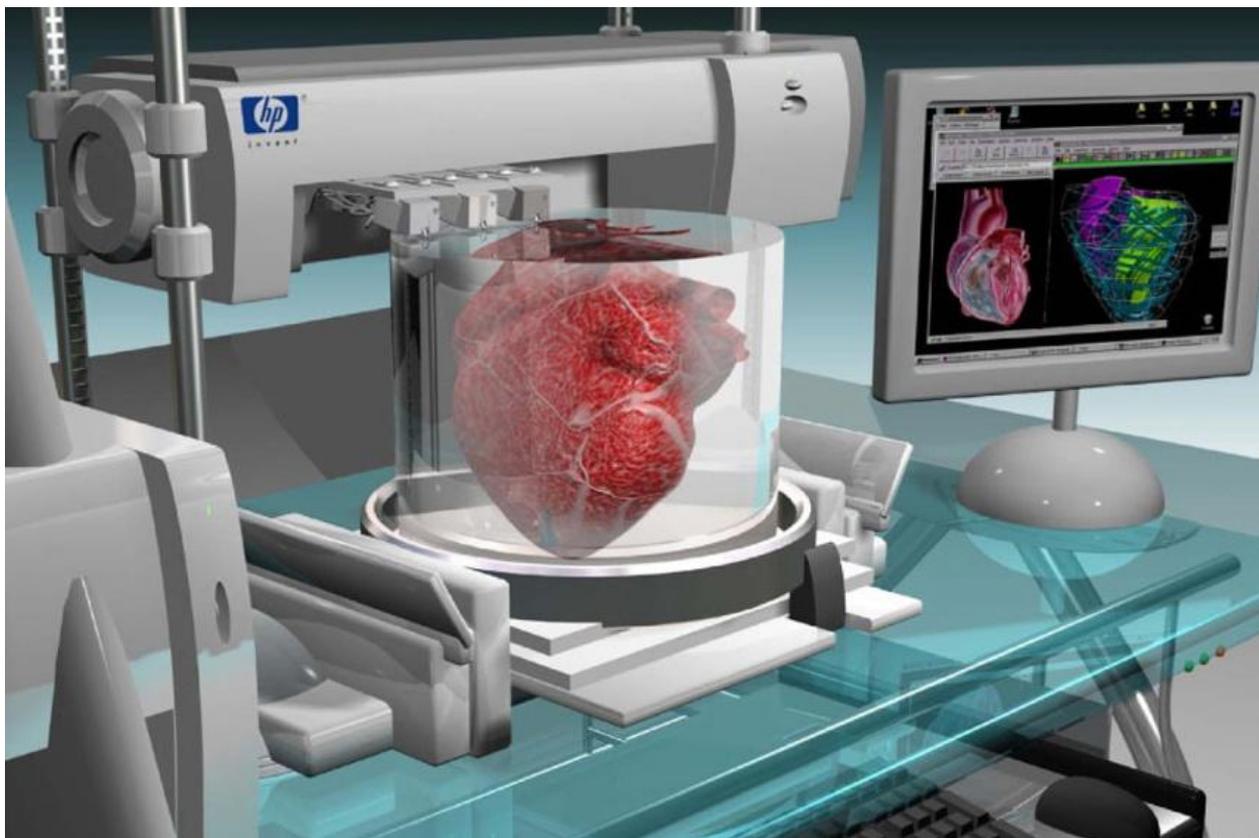
Метод трехмерной печати

Метод прототипирования, названный так из-за своей схожести с печатью на струйном, принтере, только вместо краски используется жидкое связующее вещество. На платформу наносят слой керамического порошка необходимой толщины. Затем происходит «печать» слоя: из сканирующей печатающей головки в требуемые точки модели поступает жидкое связующее вещество. Проникая в поры между частицами порошка, оно формирует из них жесткую структуру, образуя тело детали. После изготовления последнего слоя из полостей детали удаляют несклеенные частицы порошка и проводят тепловую обработку для полного отверждения детали.

Метод трехмерной печати



Метод трехмерной печати



Область применения

Методы послойного прототипирования нашли широкое применение при изготовлении оснастки различных видов для технологических процессов литья (литейных форм, пресс-форм и литейных моделей), а также для измерения аэродинамических характеристик изделий и механических напряжений, возникающих в сложных деталях, и др.

Медицина.

- На основе результатов компьютерных исследований пациента методами послойного прототипирования изготавливают копии человеческих органов или костей, которые используются для моделирования хирургических операций и создания имплантата — органа или устройства, вживляемого в организм. Полученная модель позволяет хирургу лучше понять анатомические отклонения и отработать операционные действия, а также изготовить имплантат, идеально подходящий пациенту. Модели изготавливают из материалов, близких по своим свойствам к веществу копируемого объекта. Поэтому хирурги могут отрепетировать свои действия при операции, используя те же инструменты, что и в операционной. Это повышает точность хирургических манипуляций и сокращает длительность операции.

На 3D-принтере напечатали уши для пересадки пострадавшим от ожогов



Летом 2013г исследователи из китайского университета Hangzhou Dianzi University представили **3D-принтер Regenovo**, который в отличие от большинства принтеров, использующих металл или пластик, работает с живой тканью. Результатом работы ученых стали уши, которые можно имплантировать пострадавшим, например, от ожогов. Так же, в начале года появлялись сообщения, о том, что сотрудникам Нью-Йоркского Cornell University in Ithaca удалось создать человеческую печень.

И уши, и печень являются не очень сложными органами для 3D-печати, так как не обладают сложной внутренней структурой. О попытках печати более сложных органов время от времени тоже появляются интересные новости с разных уголков мира, но пока значимых достижений в этой области не зафиксировано.

3D-печать в стоматологии и хирургии



Титановый имплантант весил 107 грамм, что на 30 грамм тяжелее естественной костной челюсти пациента, но к этому изменению пациент сможет легко привыкнуть. На изготовление 1 мм высоты имплантанта потребовалось 33 слоя титанового порошка, поэтому полноценная деталь содержит несколько тысяч слоёв. Благодаря [технологии](#) 3D-печати сократилось не только время производства имплантанта, но и уменьшился объём материалов для готовой челюсти. Титан был покрыт биокерамическим слоем, совместимым с тканями пациента.

Так, в феврале 2012 года специалисты бельгийской компании Biomedics имплантировали распечатанную на 3D-принтере титановую челюсть 83-летней пациентке. Челюсть пациентки была значительно повреждена и требовалась полная замена. Стандартными методами челюстно-лицевой хирургии (классическая микрохирургическая реконструкция) эту операцию пришлось бы делать несколько дней, неоднократно применяя анестезию, что крайне опасно в столь преклонном возрасте пациента. **Методом 3D-печати удалось изготовить цельный имплантант** за несколько часов и затем за несколько часов единственной операцией установить на место.