

Стремительное развитие науки, техники и искусства, вызывает глубокое преобразование во всех отраслях производства, тем самым оказывая воздействие на все стороны нашего общества. Сегодня, как никогда происходят изменения в характере и системе проектирования технических средств, появляются новые эффективные технологии, позволяющие внедрять в производство научные разработки, используя новые материалы [1]. Одним из таких научных прорывов стало создание 3D-принтера, устройства способного воссоздавать сложнейшие объемные объекты из практически любых материалов [2]. Преимуществами данной технологии являются: высокая скорость, простота и относительно низкая стоимость. 3D-принтеры позволяют полностью избавиться от ручного труда и создать модель будущего изделия всего за несколько часов при этом исключая возможность ошибок, присущие «человеческому фактору»[3]. В основе работы 3D-принтера лежит технология аддитивной печати, позволяющая получать нужные объекты методом наращивания слоев рабочего материала. В настоящее время используют 2 основных метода подобной печати: лазерный и струйный [2].

1. С помощью лазерной технологии 3D-модели создаются на основе компьютерных чертежей. Специальный полимер в принтере просвечивается ультрафиолетовыми лучами. Под их действием этот материал застывает, принимая нужную форму. Современные лазерные принтеры продаются вместе со специальной программой, которая в конечном счете разрезает исходную модель на тонкие слои. Слои эти потом и «распечатываются».

1.1. Лазерная стереолитография В качестве исходного материала для прототипирования используется фотополимер в жидком агрегатном состоянии. Луч лазера проходит по поверхности жидкости, и в этом месте полимер под воздействием УФ полимеризуется. После того как один слой готов платформа с деталью опускается, жидкий полимер заполняет пустоту далее запекается следующий слой и так далее. В зависимости от необходимых свойств конечного объекта модель запекают в ультрафиолетовых духовках [4]. Преимущества: быстрота точность до 10 микрон. Недостатки: а) постобработка объекта - удаление лишнего материала и поддержки, шлифование поверхности. б) токсичность фотополимера, использование средств защиты [2].

1.2. Ламинирование В этой технологии модель изготавливается из тонких слоев полимерной пленки. Предварительно каждый слой будущего изделия вырезается из рабочего материала лазером или механическим резаком [2]. Готовые формы слоев размещаются в установленном порядке и склеиваются. Послойное соединение может происходить разными способами - при помощи местного нагрева, спрессовкой под давлением или обычным химическим склеиванием [3]. Преимущества: использование недорогих листовых материалов, что обеспечивает надежность и устойчивость к деформации и предельно эффективную стоимость изделия. Недостатки: постобработка объекта - удаление излишнего материала вручную, шлифование и окрашивание

поверхности [2]. 1.3. Лазерное сплавление Формирование новой модели происходит из любого порошкообразного материала подверженного плавлению под воздействием лазерного луча (металл, пластик и т.п.) На печатную платформу распыляется, равномерный слой исходного порошка, который превращается в спекшийся, твердый материал с помощью лазерного излучения [4]. Далее подвижное основание уходит вниз на толщину одного слоя, и операция повторяется вновь. Сам процесс плавления протекает в среде без кислорода, что позволяет избежать окисления полученного изделия.

Преимущества: а) формоустойчивость детали в процессе печати б) разнообразие исходных материалов (бронза, сталь, нейлон, титан) и доступность их в продаже. Недостатки: а) пористая поверхность б) взрывоопасность некоторых порошков, поэтому должны храниться в камерах заполненных азотом в) спекание происходит при высоких температурах, поэтому готовые детали долго остывают, в зависимости от размера и толщины слоев, некоторые предметы могут остывать до одного дня [2].

2. Работа 3D-принтера струйного вида напоминает принцип действия обыкновенного принтера. Только используются не чернила, а нагретый до определённой температуры исходный материал.

Система выдавливает на некую форму нужное количество исходника, который застывает, образуя нужную модель. 2.1. Склеивание или спекание

порошкообразного материала Принтеры такой конструкции заправляются двумя ингредиентами - порошкообразной массой и жидким вяжущим веществом похожим на клей. На материал в порошковой форме наносится клей, который связывает гранулы, затем поверх склеенного слоя наносится свежий слой порошка, далее платформа опускается вниз на уровень одного слоя и процесс повторяется. На выходе получается материал sandstone (похожий по свойствам на гипс)[4]. Преимущества: а) цветная печать с добавлением краски в клей б) энергоэффективность и относительно дешевизна технологии в) возможность использования в условиях дома или офиса г) разнообразие материалов (порошок стекла, костный порошок, переработанная резина, биоразлагаемый пластик, бронза, древесные опилки или сахар и шоколадный порошок, с использованием специального пищевого клея). Недостатки: а) на выходе достаточно грубая поверхность, с невысоким разрешением ~ 100 микрон б) постобработка

материала-запекание [4]. 2.2. Полимеризация фотополимерного пластика 3D-принтеры данного типа используют в качестве материала фотополимеры (полимерная смола). Суть технологии: предварительно расплавленный фотополимер маленькими дозами выстреливается из тонких сопел, как при струйной печати, и сразу полимеризуется на поверхности изготавливаемого изделия под воздействием УФ излучения. Особо сложные модели печатаются с добавлением материала поддержки в виде геля, который удаляется после окончания работы при помощи обычной воды [3]. Преимущества: а) минимальная толщина слоя-до 16 микрон б) быстрая печать. Недостатки: а) использование

узкоспециализированного дорогого материала чувствительного к УФ б) изначальная хрупкость сырья [4].

2.3. Моделирование методом наплавления

В данной технологии в качестве сырья используется любой плавкий материал (воск, пластик, металл и т.п.). Расходник предварительно поступает в специальную экструзионную головку, в которой материал плавится и в виде тонкой проволоки выдавливается на холодную рабочую плоскость. Большая разница температур способствует быстрому застыванию слоя нового объекта. После полного затвердевания первого контура, головка наносит на платформу следующий слой [2].

Преимущества: а) точность нанесения слоев, как следствие высокая прочность изделия б) изготовление цветных прототипов. Недостатки: постобработка изделия - шлифование поверхности [4].

Эффективность использования 3D-принтеров очевидна. Возможность использования реальной физической трехмерной модели существенно улучшает продуктивность работы в любой отрасли [5]. Распечатанная на таком принтере 3D-модель может служить не только прототипом будущего изделия, дизайн - моделью или эффективной рекламой для заказчика, но и быть функциональной деталью готовых устройств [3].

Таким образом, применение данной технологии имеет широкий потенциал:

1. Для быстрого производства - изготовление готовых деталей [7]. Это отличное решение для малосерийного производства или предметов искусства, в коммерческих целях. Наиболее популярным видом такого применения стало изготовление фигурок персонажей для участников ролевых интернет-игр [5];
2. Для быстрого прототипирования и создания концепт-моделей, будущих потребительских изделий или их отдельных деталей [6]. Уже на этапе проектирования можно кардинальным образом изменить конструкцию узла или объекта в целом. Такие модели можно использовать как в экспериментальных целях, так и для презентаций внешнего вида нового товара перед заказчиком. В инженерии такой подход способен существенно снизить затраты в производстве и освоении новой продукции [7];
3. Изготовление моделей и форм для литейного производства и ювелирной промышленности [3];
4. Создание наглядных пособий для школьников и студентов [2];
5. Изготовление точных копий различных предметов быта или костюмов для декораций к фильмам или спектаклям, муляжей редких музейных экспонатов [7];
6. В медицине, при протезировании и производстве имплантатов (фрагменты скелета, черепа, костей, хрящевые ткани). Ведутся эксперименты по печати донорских органов [5];
7. Для проектирования зданий и сооружений. При помощи 3D-принтера можно изготовить макет отдельного здания или различные его важные элементы, или сразу макет целого микрорайона [7];
8. Для создания оружия [6];
9. Производства корпусов экспериментальной техники (автомобили, телефоны, радио-электронное оборудование);
10. Пищевое производство и так далее [3].

Инновационные технологии плотным потоком входят в нашу жизнь, и еще совсем недавно приспособления из фантастических фильмов, казавшиеся

нам такими далекими, оказываются на нашем столе. Мир, в котором нет незаменимых вещей, становится реальным [8]. Нет сомнений, что в ближайшие годы технология объёмной печати приобретёт широкое распространение и займет значительную долю рынка производства. Поскольку тот ряд преимуществ который она в себе несет несомненно определит будущее этой технологии. 3D печать уверенно развивается на глобальном уровне и предлагает возможности, с которыми традиционное производство конкурировать просто не в состоянии. Фундаментальным изменениям может подвергнуться и экономическая система. Ведь больше не будет нужды покупать готовые товары, достаточно заплатить за сырьё и файлы программного обеспечения, остальное сделает 3D принтер. К тому же при этом изделие получится уникальным, идеально подходящим владельцу. На данном этапе развития, основное направление использования 3D принтеров - быстрое и точное прототипирование [2]. Единственным сдерживающим фактором является отсутствие составов, близких по свойствам цементобетону, ткани и некоторым другим материалам, но это лишь вопрос времени [6]. По прогнозу, рынок 3D-печати будет расти более чем на 10% в ближайшие годы и к 2017-му достигнет 6 млрд. Таким образом, использование 3D-принтеров станет возможным не только в промышленных масштабах, но и в домашних условиях, что сделает производство товаров массового потребления делом одной минуты