

БӨЛІМ: ЖАЛПЫ РУБРИКА

Революция 3D-печати: пластик как инструмент будущего

ЖАРИЯЛАНДЫ
06.12.2024СІЛТЕМЕ
<https://bilimger.kz/171350/>

АННОТАЦИЯ

В статье представлены ключевые аспекты трехмерной печати, включая принципы её работы. Описаны преимущества данной технологии и приведены примеры её практического применения. Были рассмотрены задачи которые решают 3D технологии в машиностроении. Описаны преимущества 3D технологии. Материал помогает читателям разобраться в различных видах 3D-печати и выбрать наиболее подходящий для конкретных целей.

ВВЕДЕНИЕ

Аддитивное производство — это набор методов обработки материалов, которые создают желаемые изображения путем непрерывного добавления материала для «построения» объекта. Обычно материал добавляется к компоненту послойно. В отличие от субтрактивных методов, таких как механическая обработка и фрезерование, аддитивное производство строит геометрию снизу вверх, что позволяет создавать сложные геометрические формы. Этот процесс позволяет использовать широкий спектр материалов, включая полимеры, металлы и керамику. Текущие исследования расширяют спектр совместимых материалов для 3D-печати, одновременно увеличивая разрешение и скорость печати. [1]

3D-печать - это принцип создания модели из слоистого материала постепенно повторяющегося контура изделия. По сути, изготовление слоев является противоположностью стандартных методов производства и обработки, таких как фрезерование и сверление, при которых обработка выполняется путем удаления лишней части заготовки. [2] При использовании трехмерного принтера сокращается время проектирования изделия и используется необходимое количество материала для изделия. Также это позволяет выявить дефекты на начальном этапе печати трехмерной модели. То есть если коротко, то аддитивные технологии — это производственный

процесс. Особенно это актуально для промышленных отраслей.

В аддитивных технологиях 3D-печать делится на два основных типа: пластиковую и металлическую. Каждый материал имеет свои особенности, преимущества и области применения. Печать металлом — один из самых сложных и высокоточных методов аддитивного производства. Этот метод требует высоких температур и специального оборудования, но позволяет создавать сложные и прочные металлические детали. Печать пластиком — широко используемый вид аддитивной технологии. В этом методе в основном используются термопластические материалы. Способы печати пластиком широко популярны, доступны и относительно дешевы.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Можно сказать, что принцип действия 3D-принтера довольно прост: сначала с помощью какой-нибудь системы автоматизации проектирования (САПР) подготавливается файл для печати, например с помощью широко распространенной системы «AutoCAD» компании «Autodesk». После создания файл отправляется на 3D-печать, где он уже преобразуется в окончательное изделие. В принципе печать происходит так же, как и на обычном принтере, но только вместо бумаги с текстом на выходе вы получаете объем-ную, твердую модель [3].

3D-печать ведет свою историю с 1948 г., когда американец Ч. Халл разработал технологию послойного выращивания физиче-ских трехмерных объектов из фотополимеризующейся композиции (ФПК). Технология получила название «стереолитографии» (STL).

Патент на свое изобретение автор получил только в 1986 г. Тогда же он основал компанию «3D-system» и приступил к разработке первого промышленного устройства для трехмерной печати, которое было представлено общественности год спустя, в 1987 г. [4].

В эти годы были также запатентованы и несколько других технологий 3D-печати, поэтому первенство в производстве первой ком-мерческой модели трехмерного принтера оспаривают несколько компаний. Однако бум вокруг данной технологии начался в первом десятилетии этого века, и теперь она вышла на уровень массового

рынка. Согласно статистике за 2012 г. [5], в мире существует уже более тысячи самых разных 3D-принтеров, и их количество очень быстро увеличивается [6].

Преимуществами подобных устройств являются высокая скорость, простота и сравнительно низкая стоимость. 3D-принтеры позволяют полностью избавиться от ручного труда и создать модель будущего изделия всего за несколько часов, при этом исключая возможность ошибок, связанных с «человеческим фактором» [7].

Технологии 3D-печати находят широкое применение:

во-первых, в промышленном производстве:

- для быстрого прототипирования.

Быстрое изготовление прототипов моделей и объектов для дальнейшей доводки позволяет еще на этапе проектирования вносить корректировки в конструкцию узла или объекта в целом, что способствует существенному снижению затрат в производстве при освоении новой продукции и ускоряет процесс их разработки;

- в мелкосерийном производстве позволяет быстро производить готовые детали или изделия из материалов, поддерживаемых 3D-принтерами;

- для изготовления литьевых форм для ряда серийных производств. Например, изготовленная на 3D-принтере дорогая и сложная литьевая форма для пластиковых деталей позволяет на ее основе массово, быстро и с незначительными издержками штамповать серийные изделия;

- для производства сложных, массивных, прочных и недорогих систем, например большая часть деталей беспилотного самолета Polecat[en] компании Lockheed была изготовлена методом скоростной 3D-печати;

во-вторых, при проведении всевозможных проверок и тестов с использованием моделей. Например, в авиационной и автомобильной промышленности используются прототипы деталей аппаратов для изучения различных процессов и явлений, происходящих во время эксплуатации (износостойкости, обтекаемости), а также возможности взаимодействия частей изделий. Для исследования процессов, протекающих внутри механизмов, изготавливаются прототипы из прозрачных материалов. Например, использование прозрачной трансмиссии автомобиля инженерами Porsche позволило изучить процесс прохождения в ней масла;

в-третьих, в строительстве зданий и сооружений.

На данный момент времени существует множество способов 3D-печати, использующих различные материалы, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания материального объекта.

Методы и технологии 3D-печати и используемые материалы

Метод	Базовая технология	Используемые материалы
Экструзионный	Моделирование методом послойного наплавления (FDM или FFF)	Термопластичные полимеры (такие как полилактид (ПЛА), акрилонитрилбутадиенстирол (АБС-пластик и др.)
Проволочный	Производство произвольных форм электронно-лучевой плавкой (EBF)	Практически любые металлические сплавы
	Прямое лазерное спекание металлов (DMLS)	Практически любые металлические сплавы
Порошковый	Электронно-лучевая плавка (EBM)	Титановые сплавы
	Выборочная лазерная плавка (SLM)	Титановые сплавы, кобальтхромовые сплавы, нержавеющая сталь, алюминий
	Выборочное тепловое спекание (SHS)	Порошковые термопластичные полимеры
	Выборочное лазерное спекание (SLS)	Термопластичные полимеры, металлические порошки, керамические порошки
Струйный	Струйная трехмерная печать (3DP)	Гипс, пластики, металлические порошки, песчаные смеси
Ламинирование	Изготовление объектов методом ламинирования (LOM)	Бумага, металлическая фольга, пластиковая пленка
Полимеризация	Стереолитография (SLA)	Фотополимеры
	Цифровая светодиодная проекция (DLP)	Фотополимеры

Наиболее широко для работы с 3D-принтером применяют пластик. К

самым распространенным видам относятся:

- PLA;
- ABS;
- SBS;
- PET и PETG;
- FLEX, TPE или TPU;
- RUBBER, KAUCHUK.

ABS-пластик (акрилонитрилбутадиенстирол) – на сегодняшний день

это самый популярный полимер, который используется в 3D-печати. ABS пластик – это ударопрочный термопластичный полимер, полученный сополимеризацией

акрилонитрила с бутадиеном и стиролом. Пропорции этих

компонентов в составе ABS-пластика могут варьироваться в пределах

35 % для акрилонитрила, 5-30 % для бутадиена и 40-60 % для стирола [8].

Печать с использованием АБС-пластика должна осуществляться только в хорошо проветриваемых помещениях, при этом важно ответственно подходить к его утилизации. Отличная растворимость АБС-пластика в ацетоне является полезной, так как позволяет создавать крупные модели по частям, которые затем склеиваются, что значительно увеличивает возможности недорогих настольных принтеров. Некоторые типы АБС-пластиков могут разрушаться под воздействием солнечного света.

PLA (полилактид, полимолочная кислота, polylactic acid) — один из самых популярных полимеров, используемых в 3D-печати. Это термопластичный, биоразлагаемый и биосовместимый полиэфир алифатического типа, мономером которого является молочная кислота.

Сырьем для производства служат ежегодно возобновляемые ресурсы, такие, как кукуруза и сахарный тростник. Используется для производства изделий с коротким сроком службы (пищевая упаковка, одноразовая посуда, пакеты, различная тара), а также в медицине, для производства хирургических нитей и штифтов.

Распечатанные объекты из PLA обычно имеют более гладкую и блестящую поверхность. Этот материал немного сложнее в шлифовке и обработке, чем ABS. Из-за более низкой температуры плавления PLA не подходит для некоторых условий эксплуатации: например, детали, напечатанные из него, могут деформироваться или «потечь» в жарком автомобиле в течение дня. [3]

Популярность полилактида в аддитивном производстве объясняется двумя основными факторами. Во-первых, этот материал полностью безопасен для окружающей среды. Во-вторых, поскольку полилактид является полимером молочной кислоты, он полностью биоразлагаем.

PET и PETG (полиэтилентерефталат и его модификация) широко используются в производстве промышленных товаров, пластиковых бутылок и упаковки для хранения продуктов. PETG имеет дополнительные преимущества, такие как улучшенная прочность, долговечность и устойчивость к ультрафиолетовому излучению. SBS (термопластичный материал на основе стирол-бутадиенового сополимера) отличается высокой гибкостью, прозрачностью и прочностью. Его нити не ломаются даже при подаче под прямыми и острыми углами, что делает материал идеальным для изготовления крупных и сложных изделий.

Этот материал пропускает около 90% света, что обеспечивает отличные результаты

окрашивания: изделия из SBS получаются яркими, с разнообразной насыщенностью цвета и даже с градиентным эффектом. [9] Пластик также поглощает влагу и не издает запаха при печати.

SBS широко используют в медицине, производстве прозрачных плафонов, посуды, предметов интерьера, детских игрушек. По характеристикам SBS во многом схож с ABS: его температура экструзии составляет 230°C, а нагрев стола – 90°C (допускается печать и на холодном столе).

Низкий уровень влагопоглощения позволяет пользоваться продукцией из SBS практически в любых условиях: из него часто изготавливают не только сувениры и предметы декора, но и посуду: чашки, бутылки, графины.

FLEX, TPE или TPU (полиуретаны или термопластичные эластомеры) представляют собой комбинацию полимеров с термопластичными и резиновыми характеристиками, которые обеспечивают сшитую микроструктуру полимера.

Как правило, FLEX является мягким и гибким материалом, иногда даже пружинистым. В промышленности используются для производства наушников, гусениц снегоходов. В 3D-печати следует использовать там, где гибкость и прочность являются главными требованиями. Печать с некоторыми марками мягких эластомеров может вызвать затруднения, так как им требуется много тепла, в то же время некоторые марки печатаются относительно легко.

RUBBER, KAUCHUK (синтетические эластомеры) – это резиновые, гибкие и эластичные материалы. Синтетические эластомеры, характеризующиеся эластичностью, водонепроницаемостью и электроизоляционными свойствами, из которых путём вулканизации получают резины более гибкие, чем FLEX. Наиболее массовое применение каучуков – это производство резин для автомобильных, авиационных и велосипедных шин. С их помощью можно распечатать привычные модели с новыми свойствами: обувь, маски, чехлы для телефона, инженерно-технические изделия, декоративные элементы и предметы повседневного использования.

В таблице 2 представлена сравнительная характеристика вышеперечисленных пластиков. Стоит отметить, что самый высокий показатель плотности у пластика PETG – 1,27 г/см³, самый низкий у RUBBER – 0,9г/см³. Самым прочным на изгиб является ABS – 65,4 МПа, а наименее прочным RUBBER.

Таблица 2. Сравнение технических характеристик пластиков для 3D-печати

Техническиехарактеристики	Наименования пластиков					
	ABS	PLA	PETG	SBS	FLEX	RUBBER

Температура эксплуатации, °С	-40+80	-20 +40	-40 +70	-80 +65	-100 +100	-40 +85
Температура стеклования, °С	105	60-65	80	80-95	—	—
Температура плавления, °С	220	180	222-225	190-210	200-210	230-240
Температура размягчения, °С	~ 103	~ 50	80	76	110	—
Прочность на изгиб, МПа	41,0	55,3	76,1	36,0	5,3	3,4
Прочность на разрыв, МПа	22,0	57,8	36,5	34,0	17,5	—
Прочность на сжатие, МПа	49,3	—	—	—	7,6	2,3
Плотность, г/см ³	1,05	1,25	1,27	1,01	1,10	0,95
Твердость по Шору, D	—	—	—	68	40	60
Твердость по Роквеллу, R	112	70-90	106	118	—	—
Вязкость по Изоду, кДж/м ²	25,0	—	—	3,5	—	25,0
Точность печати, %	±1,0	± 0,1	± 0,1	± 0,4	± 1,0	—
Влагопоглощение, %	0,45	0,50-50,00	0,12	0,07	0,04	—
Относительное удлинение при разрыве, %	6	4	50	250	600	500

Самый низкий показатель температуры плавления у PLA — 180°C, а самый высокий у RUBBER – 230-240°C. Самое большое относительное удлинение при разрыве у FLEX – 600%, самое низкое у – PLA – 4%.

Технология 3D-печати стала противоположностью привычным фрезеровальным и режущим станкам. В стандартном производстве детали формируется путем удаления лишних слоев. В 3D-принтерах ситуация строится противоположным способом. Здесь отсутствуют отходы материалов и достигается максимальная точность изготовления. Именно это позволяет коммерческим предприятиям и заводам обращать все большее внимание на экономически выгодную технологию производства.

Аддитивное производство стремительно вытесняет вычитающие

технологии во всех технологических областях, в том числе — машиностроении. 3D-печать позволяет машиностроителям решать широкий спектр задач невероятно быстро, качественно и точно:

- разработка новых деталей и механизмов (создание концептмоделей, тестовых образцов);

- модернизация имеющихся систем и отдельных элементов;
- ремонт и замена вышедших из строя деталей. Использование 3D-печати на этапе разработки или в технологическом процессе позволяет создавать изделия более высокого качества дешевле и быстрее.

Преимущества использования 3D-печати в машиностроительной отрасли:

- Возможность изготовления уникальных по геометрии деталей, которые невозможно создать традиционными способами. То, что еще вчера казалось фантастикой, сегодня уже можно изготовить всего за пару часов на 3D-принтере.
- Сокращение сроков производства. 3D-принтер позволяет напечатать готовое изделие за несколько часов, тогда как традиционным технологиям требуются недели, а иногда — месяцы.
- Устранение «человеческого фактора», снижение рисков и ошибок. Изделие, созданное с помощью 3D-принтера, на 99% повторяет CAD-модель.
- Улучшение параметров готовых изделий: снижение веса, повышение точности и прочности. Продукция 3D-принтеров обладает рядом преимуществ в свойствах.
- Возможность управлять физико-механическими свойствами деталей путем смешивания различных материалов (например, сплавов различных металлов).

Задачи машиностроения которые эффективно решают 3D-принтеры:

Современные системы 3D-печати позволяют быстро и качественно решать самый широкий круг задач, стоящих перед инженерами и конструкторами в машиностроительной отрасли. 3D-принтеры становятся незаменимы как на этапе создания концептуальных образцов, так и для производства готовых изделий.

- Прототипы для тестирования. Изготавливайте прототипы будущей продукции до запуска серийного производства, тестируйте, проверяйте свойства, прочность, функциональность, устраняйте недочеты.
- Корпуса для приборов и компонентов устройств. Уникальные корпуса, стенки, крепежи и другие приспособления для электронных приборов и механизмов, которые обеспечат надежную работу ваших разработок.
- Производственная оснастка. 3D-печать — это возможность быстро изготавливать удобную и эффективную оснастку для ускорения производства.
- Литейные модели. На 3D-принтере вы можете изготавливать высокоточные восковки, выжигаемые модели, образцы для литья в силикон.
- Готовые к эксплуатации изделия. Печатайте детали, которые сразу можно использовать в производстве: детали механизмов, части для ремонта, элементы двигателей и конструкций, инструменты.

Примеры применения 3D-оборудования:

- Разработка новой системы воздушного охлаждения для двигателя мотоцикла.

NTW — известная немецкая марка спортивных мотоциклов. Производитель стал

использовать несколько типов профессиональных 3D-принтеров, которые помогают создавать тестовые образцы для систем воздушного охлаждения двигателей.

- Изготовление нового типа сопла для вытяжной системы самолетов

Авиастроение — это еще одна отрасль, где в последнее время стали широко применяться 3D-принтеры. Хорошим примером является разработка

компании UTC Aerospace Systems новой, модернизированной версии сопла

вытяжной системы из особо прочного и жаростойкого инженерного пластика. Это позволило повысить качество компонентов, сократить сроки

производства и себестоимость продукции.

Таким образом, перспектива применения 3D-принтеров экономически очевидна, так как эти устройства существенно ускоряют процесс разработки новой продукции, в значительной степени уменьшают риски ошибки проектирования, снижают затраты на получение макета, и уже сейчас по

своим ценам доступны большинству российских предприятий.

3D-печать в машиностроительной отрасли используется все чаще,

причем на разных стадиях — при создании тестовых экземпляров,

модернизации механизмов, замене и ремонте поломавшихся частей. В

будущем, с развитием функционала принтеров, предполагается чаще

использовать их для серийного производства, снизив себестоимость

продукции и повысив скорость изготовления.[10]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье рассмотрены ключевые аспекты и преимущества технологии трехмерной печати, что позволяет лучше понять её потенциал в современных производственных процессах. 3D-печать, основанная на аддитивных методах, предоставляет уникальные возможности для создания сложных геометрических форм и значительное сокращение времени проектирования. Технология позволяет эффективно использовать материалы, минимизируя их потери, и способствует раннему выявлению дефектов изделий.

Были освещены основные виды 3D-печати, включая печать металлом и пластиком, каждая из которых имеет свои особенности и области применения. Металлическая 3D-печать, несмотря на её сложность, является незаменимым решением для создания прочных деталей, тогда как пластиковая печать предлагает доступные и универсальные

решения.

Практическое использование аддитивных технологий, особенно в машиностроении, демонстрирует их потенциал для решения сложных производственных задач и оптимизации технологических процессов. Данный материал поможет читателям не только разобраться в принципах работы 3D-принтеров, но и сделать осознанный выбор наиболее подходящего метода для достижения конкретных целей.

Таким образом, 3D-печать продолжает активно развиваться, расширяя спектр применяемых материалов и повышая точность технологий, что делает её важным инструментом современного производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наурзбаева, Г., Сұлтанхан, Ш., Nazhipkyzy, M., & Митчелл, Д. (2020). 3D басып шығару материалдары: энергия сыйымды материалдарды таңдау . Горение и плазмохимия, 18(2), 103-109. <https://doi.org/10.18321/cpc354>
2. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // пособие для инженеров. – М. ГНЦ РФ ФГУП«НАМИ» 2015. 220 с
3. Modelin 3D. — Mode of access: <http://www.modelin3d.ru/>
4. История 3D-печати. <http://www.orgprint.com/ru/wiki/istorija-3d-pechati>
5. 3D printing in 2012: Year in review. — Mode of access: <http://www.3ders.org/articles/20121220-3d-printing-in-2012-year-in-review.html>
6. 3D-печать: Третья индустриально-цифровая революция. — Режим доступа: <http://bloggerator.ru/page/3d-pechat-industrialno-cifrovaja-revoljucija-3d-printer-makerbot-cena-opisanie-perspektivy-l>
7. 3D-принтеры и технология трехмерной печати. — Режим доступа: http://vektor.us.ru/auxpage_3d-printery-i-tehnologija-trehmernoj-pechati/#whatis
8. Технологии и материалы 3D-печати [Электронный ресурс]: учеб.пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногое. — Екатеринбург: Урал. гос.лесотехн. ун-т, 2017.
9. Сравнение ABS, PLA, SBS, PETG [Текст].
-<https://rusabs.ru/blogs/blog/razlichie-mezhdu-abs-i-pla-dlya-3d-pechati> [Электронный ресурс]. – 2019.
10.
<https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-3d-pechati-v-mashinostroenii/viewer>