

АНАЛИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ 3D-МОДЕЛЕЙ

Смертьев В.В., Литвинович А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гиль С.В. – к. т. н., доцент, доцент кафедры ИКТ

Аннотация. В статье проанализированы промышленные технологии создания твердотельных 3D-моделей, их применение в различных сферах производства. Представленные результаты позволяют определить целесообразность использования данных технологий в зависимости от условий и производственных задач.

Ключевые слова: сравнительный анализ, прототипирование, инженерное производство, моделирование, 3D-печать, фрезерные станки с ЧПУ.

Введение. Современный мир стремится к полной автоматизации производственных процессов, поэтому инновационные технологии создания различных деталей жизненно необходимы для развития промышленности. Среди наиболее распространенных средств воспроизводства 3D-моделей выделяются станки с ЧПУ и 3D-принтеры. Именно эти технологии позволяют реализовывать сложные инженерные идеи, быстро создавать прототипы и конечные продукты с высокой точностью и минимальным вмешательством человека. В данной статье рассмотрены различные сферы применения этих устройств.

Основная часть. Актуальность темы обусловлена стремительными изменениями в цифровом производстве и неизбежным ростом спроса на эффективные средства моделирования. Обработка на станках с ЧПУ и 3D-печать нашли свое применение в машиностроении, медицине, архитектуре, дизайне и других областях. Однако крайнее различие в принципах их работы, возможностях и ограничениях требует сравнительного исследования, которое поможет выбрать наиболее подходящий метод производства. Цель данной статьи – проанализировать технологии моделирования с акцентом на станок с ЧПУ и 3D-принтер, провести анализ их преимуществ и недостатков с выводом о сферах оптимального применения.

3D-принтер – это устройство, предназначенное для послойного создания физического объекта на основе цифровой 3D-модели из термопластика, легкоплавких материалов, способных быстро затвердевать при комнатных температурах [1]. Многообразие различных технологий печати позволяют использовать 3D-принтеры во всех областях современного мира.

Основные технологии 3D-печати.

1 Моделирование плавлением (FDM) – наиболее распространенный метод послойного экструдирования термопластика. Самая простая и дешевая технология. Используется в бытовых условиях или в учреждениях образования [1, 2].

2 Стереолитография (SLA) – лазерное отверждение жидких фотополимерных смол для создания гладких и детализированных моделей. Из-за высокой детализации, дороговизны материала и хрупкости конечного изделия распространена в сферах создания реквизита, дизайнерских прототипах, ювелирном производстве [2].

3 Селективное лазерное спекание (SLS) – это промышленная технология, использующая лазерное спекание порошковых материалов для создания прочных и сложных по форме деталей, не требующих крайне высокой детализации. Метод широко распространен в авиа- и автопромышленности [2, 4].

Фрезерный станок с числовым программным управлением (ЧПУ) – это автоматизированное оборудование, предназначенное для высокоточной обработки заготовок из различных материалов. На таких станках материал снимается слой за слоем, формируя деталь нужной конфигурации, согласно запрограммированной инструкции.

Фрезерные станки с ЧПУ бывают трех-, четырех- и пятиосными, в зависимости от количества управляемых направлений инструмента, что определяет их способность создавать сложные детали, однако принцип работы у них одинаковый. Фрезерные станки с ЧПУ используются в различных отраслях промышленности, где требуется высокоточная обработка таких материалов, как металл, дерево, пластик и композитные материалы [5].

Представленные технологии промышленного производства 3D-моделей фрезерным станком с ЧПУ и 3D-принтером применяются для изготовления высокдетализированных объектов, однако принцип создания их кардинально отличается (рисунок 1).

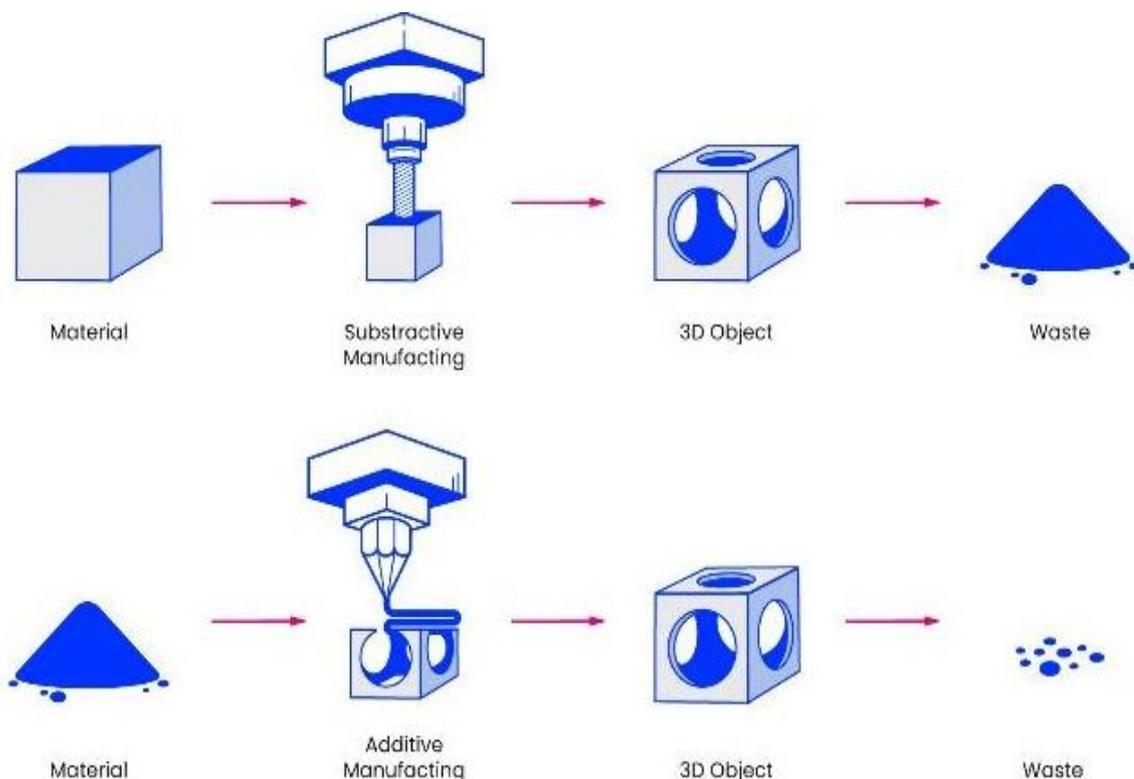


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика аддитивного метода и метода вычитания в технологиях создания 3D-модели

3D-принтер использует аддитивный метод, т.е. послойное изготовление 3D-модели, также именуемое «выращиванием» объекта. Первый 3D-принтер был создан Чарльзом Халом в 1986 г. Примечательно то, что список материалов, которые подходят для данной технологии, по большей части ограничен полимерами (пластмасса, карбон). Ввиду особенностей технологии, с помощью 3D-принтера затруднительно напечатать тонкие, прозрачные изделия. Массовое производство изделий с помощью данного метода финансово затратно, потому что полимерные материалы недешевы и скорость печати сравнительно низкая. При этом 3D-печать ресурсоэффективна, поскольку в процессе работы 3D-принтер использует только необходимое количество материала. Также 3D-принтер позволяет воссоздать практически любую 3D-модель, а это часто затруднительно достигнуть традиционными средствами [4].

С другой стороны, фрезерный станок с ЧПУ построен на вычитающем методе с использованием режущего инструмента фрезы. Она позволяет обрабатывать металл, дерево, пластмассу, композиты, текстолит, оргстекло, акрил, графит, камень, мрамор. Точность резки может достигать 0,01 мм. Фрезерный станок вырезает значительно быстрее,

чем печатает 3D-принтер, и цена расходных материалов ниже, поскольку сырье для фрезерного станка, как правило, менее технологичное и более распространённое. Это делает массовое производство продукции более целесообразным. К минусам фрезерного станка с ЧПУ можно отнести значительное количество производственных отходов, которые требуют специализированной чистки, а также цену фрезерного станка с ЧПУ. Если простой 3D-принтер можно купить приблизительно за 1500 бел. рублей, то начальные модели фрезерных станков с ЧПУ стоят около 12 тысяч бел. рублей. Фрезерные станки громоздки и производят много шума [5, 6].

Возможно ли применения 3D-принтера и фрезерного станка с ЧПУ в домашних условиях? Очевидно, что далеко не всякому рядовому потребителю могут понадобиться рассмотренные технологии производства 3D-моделей. Если возникают разовые потребности, целесообразнее, конечно, обратиться в специализированные компании. Однако приобретение или сборка собственного станка с ЧПУ приносит ряд преимуществ:

1 Возможность неограниченного производства требуемых изделий с минимальными затратами после покупки оборудования. Со временем, при разумном использовании, станок окупится.

2 Достижение необходимых параметров изделия. Исключается вероятность возникновения недопонимания между заказчиком и исполнителем. У потребителя появляется полный контроль над производственным процессом.

3 Потенциальная прибыль от выполнения частных заказов. Потребитель в силах использовать станок не только для личных нужд, но и для нужд других потребителей, что может принести ему выгоду.

Вместе с тем, имеются следующие недостатки: необходимость крупного финансового вложения, риск поломки станка и дорогостоящего ремонта; потребность в технических знаниях, умении работы с ЧПУ станком и (или) 3D-принтером; должно быть достаточно площади для размещения станка, его звукоизоляции (при необходимости) и электропитания. Авторы рекомендуют рассматривать данный вариант для самозанятых предпринимателей, владеющих собственной мастерской.

Стоит отметить, что 3D-принтеры более пригодны к бытовому (научно-преподавательскому) использованию ввиду достаточно низкой цены, существовании компактных моделей и менее строгим требованиям к установке по сравнению с фрезерными станками с ЧПУ [6]. Однако при выборе этой технологии необходимо учитывать озвученные выше недостатки.

Заключение. На сегодняшний день, фрезерные станки с ЧПУ являются неотъемлемой частью многих производств из-за их высокой точности и автоматизации производственного процесса. 3D-принтеры не так широко распространены ввиду их относительной новизны, однако имеют свою нишу: оперативное производство прототипов изделий с целью их тестирования, изменения дизайна и других характеристик. Данные технологии являются перспективными, потому что автоматизация труда позволяет снизить расходы и минимизировать человеческий фактор. В будущем сфера применения данных устройств может быть ещё больше расширена. Возможность доступно воплотить компьютерную 3D-модель объекта в физическую в значительной мере способствует научно-техническому прогрессу, ведь практически каждый заинтересованный человек сможет разработать необходимую деталь посредством оптимизированных программных сред и, после создания детали, незамедлительно протестировать её, тем самым минуя множество формальных процессов, возникающих в процессе производства на крупных предприятиях.

Список литературы

1. Технологии аддитивного производства. Трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство – Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б.: Техносфера, 2016. – 656 с. – ISBN 978-5-94836-447-6.
2. Журнал «Аддитивные технологии» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://additiv-tech.ru/publications/lazernye-additivnye-tehnologii-perspektivy-primeniya.html>. Дата доступа: 28.02.2025.
3. Завод станков с ЧПУ «Роутер» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rusnc.ru/poleznoe/ustrojstvo-i-konstruktsiya-stankov-s-chpu>. Дата доступа: 28.02.2025.
4. Компания «Top 3D Shop» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://top3dshop.ru/blog/3D-printers-pro-e-contra-review.html>. Дата доступа: 28.02.2025.
5. Интернет-издательство «Полтавина» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://poltava.to/news/72379>. Дата доступа: 28.02.2025..
6. Компания «Bertech» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bertech.ru/news/preimuschestva-i-nedostatki-stankov-chpu>. Дата доступа: 28.02.2025.

UDC 004.925.84

ANALYZING INDUSTRIAL TECHNOLOGIES FOR CREATING SOLID 3D-MODELS

Smertsyeu V.V., Litvinovich A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Gil S.V. – Cand. Of Sci., associate professor, associate professor of the department of ECG

Annotation. The article analyzes industrial technologies for creating solid-state 3D-models, their application in various spheres of production. The presented results allow us to determine the feasibility of using these technologies depending on the conditions and production tasks.

Keywords: comparative analysis, prototyping, engineering production, modeling, 3D-printing, CNC milling machines.