

УДК 67.02

СОВРЕМЕННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



CURRENT LIMITATIONS OF THE POSSIBILITIES OF ADDITIVE TECHNOLOGIES

Елфимов Игорь Евгеньевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет,

Бочкарева Анна Станиславовна

Кандидат исторических наук,
доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
bochka78@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены аддитивные технологии. Подчеркиваются различные факторы ограничивающие применение аддитивных технологий на современном этапе их развития: точность получаемых изделий, применяемые материалы, время, затрачиваемое на получение изделия и необходимость постобработки изделий полученных различными методами.

Делается вывод о том, что аддитивные технологии занимают ключевое место среди методов создания изделий соответствующих индивидуальным требованиям и существующих в единственном экземпляре.

Ключевые слова: аддитивные технологии, материалы, точность печати, ограничения.

Elfimov Igor Evgenievich

Student,
Kuban State Technological University,

Bochkareva Anna Stanislavovna

Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor of the Department
of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
bochka78@mail.ru

Annotation. This article discusses additive technologies. Various factors limiting the use of additive technologies at the present stage of their development are emphasized: the accuracy of the products obtained, the materials used, the time spent on obtaining the product and the need for post-processing of products obtained by various methods.

It is concluded that additive technologies occupy a key place among the methods of creating products that meet individual requirements and exist in a single copy.

Keywords: additive technologies, materials, printing accuracy, limitations.

В современном мире, в связи с развитием новых областей и методов, аддитивные технологии обретают все большее значение. Динамизм пост информационного общества требует постоянного обновления и пополнения знаний. [1] К аддитивным относятся технологии получения изделий определенной конфигурации, габаритов и свойств, так или иначе, осуществляющие достижение конфигурации, путем наращивания материала. В отличие от классических методов снятия материала и пластической деформации. Исходя из описания под понятие аддитивных технологий попадает и такая относительно старая и хорошо изученная технология как сварка. Но в наше время большее внимание приковано к так называемым «фаббер-технологиям» основанным на наращивании цельного изделия путем постепенного добавления материала на основу. Первой из таких технологий была изобретена стереолитография (SLA). Метод был изобретен в 1983 году Чаком Халлом, в 1984 году на него был получен патент. А в 1986 году была основана компания 3D Systems, являющаяся первой в мире компанией областью работы которой является 3D-печать. В середине 80-х годов доктором Карлом Декардом и доктором Джо Биманом была разработана технология селективного лазерного спекания (SLS). Позже их фирма была выкуплена вышеупомянутой компанией 3D Systems. [2] Наиболее распространенная среди любителей и наиболее дешевая технология 3D-печати – моделирование методом наплавления (FDM). Технология была разработана в конце 80-х годов и запатентована в 1989 году Скоттом Крапом. Позже он выступил соучредителем компании Stratasys. [3] Развитие аддитивных технологий оказывает огромное влияние на технологический прогресс в целом. Согласно прогнозам на развитие мировой промышленности достижениями шестого технологического уклада будет индивидуализация производства и потребления, снижение энергоемкости и материалоемкости. [4] Во многом этим достижениям способствуют аддитивные технологии. Данные технологии позволяют значительно снизить расход материала, уменьшить массу изделий, позволяют применять совершенно

различные конструкционные материалы и достигать различных необходимых свойств. На данный момент рынок аддитивных технологий занимает значительное место. К 2020 году мировой рынок 3D-печати достиг 12 миллиардов долларов. По прогнозам GlobalData к 2025 году рынок достигнет 32 миллиардов. [5] Тем не менее, аддитивные технологии имеют ограничения в различных аспектах.

Установки 3D-печати имеют высокую точность, которая позволяет печатать очень маленькие элементы конструкций и тонкие стенки с небольшим расхождением в размерах. Диаметр точки затвердевшего полимера при работе лазером может составлять 70–80 мкм. Тогда стенка детали в два прохода лазера может быть толщиной в 0.15 мм. [6] При этом точность позиционирования лазерного луча в различных установках селективного лазерного спекания металла может достигать 10 мкм в горизонтальном перемещении и 50 мкм по толщине слоя. [7] Такой точности достаточно как для не сопрягаемых поверхностей, так и для баз, если к ним не предъявляются повышенные требования точности. Но применимость исполнительных поверхностей полученных посредством печати ограничивается факторами рассматриваемыми далее. При печати полимерами точность варьируется в зависимости от применяемой технологии. Используя самую распространенную технологию – послойное наплавление расплавленной нити (FDM), можно достичь точности в 130 мкм [8]. Данный метод применяется как наиболее дешевый метод прототипирования разрабатываемых изделий из термопластов. Более перспективна технология CLIP (continuous liquid interface production) – непрерывное интерфейсное построение из жидкого полимера. Здесь печать происходит не послойно, а непрерывно что позволяет избежать анизотропных свойств. Точность печати при использовании данной технологии составляет 10 мкм [9].

На данный момент в 3D-печати применяются совершенно различные материалы. Ни один другой метод не может похвастаться таким разнообразием применяемых материалов. Осуществляется печать различными полимерами, металлами и сплавами, керамикой, существуют сложные по составу филаменты, имитирующие внешний вид другим материалов или обладающие дополнительными свойствами, например электропроводимостью. Развитие 3D-печати позволило применять материалы, применение которых для создания изделий сложной конфигурации было невозможно, либо сопровождалось большими тратами. Тем не менее, аддитивные технологии пока не позволяют использовать для печати некоторые материалы. Ведутся исследования по возможности применения 3D-печати для получения изделий из твердых сплавов. Преимуществом 3D-печати в изготовлении таких изделий является возможность воспроизведения сложных конфигураций, например геометрии твердосплавных пластин для механической обработки резанием. Кроме того, рассматриваемый метод позволит интегрировать охлаждающие каналы в инструмент без использования дополнительной механообработки или других методов. Кроме того, аддитивные технологии пока не достаточно развиты для печати светопрозрачных изделий из силикатов. Существуют установки для печати расплавленным стеклом, но изделия полученные данным методом неприменимы в оптике из-за большой ребристости поверхностей, являющейся дефектом вызванным послойной печатью. Появление технологии печати светопрозрачных деталей с ровной поверхностью, не требующих дальнейшей обработки позволило бы создавать изделия сложной конфигурации и расширило бы возможности прототипирования при проектировании оптических приборов.

Одним из ключевых ограничений применения аддитивных технологий является длительность 3D-печати. При использовании методов FDM, SLS и SLA печать одного изделия может занимать очень большое время, что не позволяет использовать данные технологии в массовом производстве. В то же время, применение рассматриваемых технологий в единичном производстве не сравнимо с другими методами по своей низкой стоимости. По мере развития данных технологий появляются новые методы, где процесс печати занимает меньшее время. Один из методов стереолитографии HARP (high-area rapid printing) значительно ускоряет процесс печати за счет добавления в систему циркулирующего слоя фторированного масла обеспечивающего низкую адгезию между твердым и жидким полимером. Что значительно уменьшает время печати. Другая технология – CLIP позволяет снизить время печати в 25–100 раз в сравнении с другими методами. При времени печати изделия посредством метода стереолитографии составляющем 11,5 часов,

метод непрерывного интерфейсного построения позволит создать такое же изделие за 6,5 минут с сохранением качества печати [10].

В большинстве случаев, напечатанные изделия не готовы к применению сразу же после печати. В особенности обработка требуется исполнительным поверхностям деталей. При использовании технологии FDM требуется удаление поддержек, а затем постобработка, необходимость в которой вызвана ребристостью поверхностей. Ребристость может составлять 0.1–1 мм, что может не удовлетворять требованиям к изделию [8]. Процесс удаления поддержек может быть упрощен за счет использования принтера с двумя экструдерами и применением легкорастворимого пластика для печати поддержек. При использовании стереолитографии должны быть удалены поддержки, напечатанная деталь должна быть промыта для удаления остатков полимера, а затем подвергнута процедуре окончательного отверждения полимера под воздействием ультрафиолетового излучения. Методы получения металлических изделий посредством сплавления, либо спекания из порошков, также не всегда позволяют получать изделия готовые к применению. Шероховатость поверхности деталей полученных сплавлением порошков может варьироваться от Ra = 6 до Ra = 12. При наличии поверхностей предусматривающих подвижные соединения с высокими допусками на биения, этим поверхностям требуется дополнительная обработка.

Быстрое и относительно дешевое создание сложных по конфигурации изделий, требующих минимальной механической обработки или не требующих ее вовсе, позволяет аддитивным технологиям занять ключевое место среди методов создания изделий соответствующих индивидуальным требованиям и существующих в единственном экземпляре. Продвижением аддитивных технологий как на отечественном, так и на зарубежном рынке занимаются специалисты по рекламе и связям с общественностью. В целом, связи с общественностью используются на каждом этапе производства, они дают возможность преодолевать возникающие барьеры коммуникаций и решать проблемы, которые появляются в процессе продвижения товара или услуги [11].

Литература

1. Бочкарева А.С., Хотина Ю.В. К вопросу о невербальной коммуникации в молодежной среде // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 9. – С. 135–143.
2. 3D Systems. Наша история. – URL : <https://www.3dsystems.com/our-story>
3. Изобретатель технологии быстрого прототипирования. – URL : https://www.peoples.ru/technics/designer/s__scott_crump/
4. Шесть технологических укладов. – URL : <https://general-skokov.Livejournal.com/24586.html>
5. Рынок технологий 3D-печати в России и мире: перспективы внедрения аддитивных технологий в производство. – URL : https://3dtoday.ru/blogs/news_3dtoday/rynok-tehnologii-3d-pechat-v-rossii-i-mire-perspektivy-vnedreniya-additivnyx-tehnologii-v-proizvodstvo
6. Аддитивные установки печати металлами: преимущества и примеры внедрения. – URL : <https://blog.iqb.ru/3d-metal-fabrication/>
7. Селективное лазерное спекание. – URL : <https://audioakustika.ru/node/1363>
8. Технология 3D-печати FDM. – URL : <https://globatek.ru/3d-wiki/3d-printing-techologies/fdm>
9. Ляпков А.А. 100 Полимерные аддитивные технологии : учебное пособие. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 114 с.
10. Технология CLIP. – URL : <https://www.3dpulse.ru/news/nauchnye-razrabotki-tehnologii/novaya-tehnologiya-clip-ot-carbon3d-bessloinaya-3d-pechat-bystree-v-25-100-raz/>
11. Говорова К.В., Бочкарева А.С. PR-технологии в системе интегрированных маркетинговых коммуникаций // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 7. – С. 43–53.

References

1. Bochkareva A.S., Khotina Y.V. To the question of nonverbal communication in the youth environment // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2017. – № 9. – P. 135–143.
2. 3D Systems. Our history. – URL : <https://www.3dsystems.com/our-story>

3. Inventor of rapid prototyping technology. – URL : https://www.peoples.ru/technics/designer/s_scott_crump/
4. Six technological patterns. – URL : <https://general-skokov.Livejournal.com/24586.html>
5. 3D-printing technology market in Russia and the world: prospects for the introduction of additive technologies in production. – URL : https://3dtoday.ru/blogs/news_3dtoday/rynok-texnologii-3d-pecati-v-rossii-i-mire-perspektivy-vnedreniya-additivnyx-texnologii-v-proizvodstvo
6. Additive Metal Printing Units: advantages and examples of implementation. – URL : <https://blog.iqb.ru/3d-metal-fabrication/>
7. Selective laser sintering. – URL : <https://audioakustika.ru/node/1363>
8. FDM 3D printing technology. – URL : <https://globatek.ru/3d-wiki/3d-printing-technologies/fdm>
9. Lyapkov A.A. L00 Polymer additive technologies : textbook. – Tomsk : Publishing house of Tomsk Polytechnic University, 2016. – 114 p.
10. CLIP technology. – URL : <https://www.3dpulse.ru/news/nauchnye-razrabotki-tehnologii/novaya-tehnologiya-clip-ot-carbon3d-bessloinaya-3d-pechat-bystree-v-25-100-raz/>
11. Govorova K.V., Bochkareva A.S. PR-technologies in the system of integrated marketing communications // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2016. – № 7. – P. 43–53.