

УДК 316.343.653

DOI 10.21661/r-560722

Костяков А.Е.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ 3D-ПРИНТЕРОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

***Аннотация:** в статье рассматриваются основные типы 3D-принтеров, которые могут использоваться в машиностроении. Проведен анализ основных принципов работы, а также выявлены преимущества, недостатки и особенности применения данных типов устройств. Автор рассматривает возможности будущих исследований в сфере аддитивных технологий. Целью статьи является изучение применения, преимуществ и ограничений различных типов 3D-принтеров, используемых в машиностроении. Автор оценивает факторы, влияющие на выбор принтера, такие как совместимость материалов, разрешение, объем печати и скорость печати. В работе освещаются проблемы, с которыми сталкиваются при интеграции 3D-печати в машиностроение. Задачи исследования заключаются в выявлении существующих проблем при использовании аддитивных технологий в машиностроении и рассмотрении возможностей применения в будущем. В статье анализируется использование 3D-принтеров в машиностроении, происходит оценка преимуществ, ограничений и влияния на качество продукции, время производства и экономическую эффективность. Исследуются факторы, влияющие на выбор принтера, такие как совместимость материалов и требования, разрешение, объем печати, скорость печати, постобработка и требования к масштабируемости. В исследовании также определяются проблемы и будущие направления интеграции 3D-печати, включая потенциальные достижения в технологии печати.*

***Ключевые слова:** аддитивные технологии, 3D-печать, 3D-печать в машиностроении.*

Kostyakov A.E.

ANALYSIS OF THE USE OF VARIOUS TYPES OF 3D PRINTERS IN MECHANICAL ENGINEERING

Abstract: *relevance. The article discusses the main types of 3D-printers that can be used in mechanical engineering. The analysis of the basic principles of operation, as well as the advantages, disadvantages and features of the use of these types of devices. In the end, the author will consider the possibilities of future research in the field of additive technologies.*

The purpose of the research. To conduct an in-depth analysis of the use of 3D-printing in mechanical engineering. The purpose of the article is to study the application, advantages and limitations of various types of 3D-printers used in mechanical engineering. It also evaluates factors that influence the choice of printer, such as material compatibility, resolution, print volume and print speed. The study highlights the problems faced when integrating 3D-printing into mechanical engineering. The article concludes with a summary of the main conclusions, a discussion of the implications for management and decision-making, as well as the definition of future research opportunities.

The objectives of the study are to identify existing problems in the use of additive technologies in mechanical engineering and to consider possible applications in the future.

The results of the study. The study provides an overview of 3D-printing in mechanical engineering, its importance and application. It discusses various types of 3D-printers, their features and capabilities. The article analyzes the use of 3D-printers in mechanical engineering, assesses the advantages, limitations and impact on product quality, production time and economic efficiency. Factors influencing the choice of printer are investigated, such as compatibility of materials and requirements, resolution, print volume, print speed, post-processing and scalability requirements. The study also identifies challenges and future directions of 3D-printing integration, including potential advances in printing technology. In conclusion, the main conclusions are presented, their importance for decision-making in mechanical engineering and

recommendations for improving the printer selection process. Future research opportunities are also highlighted.

Keywords: *additive technologies, 3D-printing, 3D-printing in mechanical engineering.*

Введение.

В последние годы 3D-печать превратилась в революционную технологию, имеющую значительные последствия для различных отраслей, включая машиностроение. Этот инновационный производственный процесс, также известный как аддитивное производство, предполагает создание трехмерных объектов путем нанесения последовательных слоев материала на основе цифровой модели.

В машиностроении 3D-печать предлагает множество преимуществ, которые произвели большие изменения в традиционных производственных процессах. Во-первых, это позволяет изготавливать сложные и замысловатые конструкции, которые ранее было трудно или невозможно изготовить традиционными методами. Эта возможность открывает новые возможности для проектирования и создания прототипов сложных механических компонентов, оптимизации их функциональности и улучшения общих характеристик продукта. Во-вторых, 3D-печать позволяет быстро создавать прототипы, сокращая время и затраты, связанные с традиционными производственными процессами. Это позволяет инженерам быстро создавать функциональные прототипы, тестировать их конструкции и вносить итеративные улучшения, что в конечном итоге ускоряет цикл разработки продукта. Такая скорость и гибкость создания прототипов способствуют внедрению инноваций и ускоряют вывод на рынок машиностроительных проектов. Более того, 3D-печать позволяет кастомизировать и персонализировать продукцию. Инженеры могут легко модифицировать конструкции и адаптировать продукцию в соответствии с конкретными требованиями, что приводит к повышению удовлетворенности клиентов и дифференциации продукции. Этот уровень настройки может быть особенно ценным в отраслях, где индивидуальные решения имеют решающее значение, таких как здравоохранение, аэрокосмическая промышленность и автомобилестроение.

Кроме того, 3D-печать предлагает потенциальные преимущества в области устойчивого развития в машиностроении. Используя только необходимое количество материала и сводя к минимуму отходы, это способствует повышению эффективности использования ресурсов и снижению воздействия производственных процессов на окружающую среду. Кроме того, это позволяет использовать легкие конструкции и оптимизированную геометрию, что приводит к снижению расхода материалов и повышению энергоэффективности.

Обзор 3D-печати в машиностроении.

Определение и принципы технологии 3D-печати.

3D-печать, также известная как аддитивное производство, представляет собой процесс создания трехмерных объектов из цифровой модели путем добавления материала слой за слоем. Он включает в себя набор принципов, которые определяют работу технологии.

В самом начале необходимо иметь цифровую модель. Трехмерная цифровая модель желаемого объекта создается с использованием программного обеспечения для автоматизированного проектирования (САПР) или получается с помощью методов 3D-сканирования. Затем модель подготавливается к печати, включая оптимизацию ее структуры, опорных конструкций и нарезку на слои [1].

После получения цифровой модели можно приступить непосредственно к печати детали. 3D-печать строит объекты слой за слоем, начиная снизу и продвигаясь вверх, пока конечный объект не будет завершен. Каждый слой обычно тонкий, от долей миллиметра до нескольких миллиметров. В 3D-печати можно использовать различные материалы, включая пластик, металлы, керамику и даже живые клетки при биопечати. Выбранный материал наносится контролируемым образом, часто в жидкой или порошкообразной форме, и затвердевает или связывается вместе, образуя каждый слой.

Применение и преимущества 3D-печати в машиностроении.

3D-печать произвела революцию в области машиностроения, предложив множество применений и преимуществ. Она помогает инженерам быстро создавать физические прототипы механических деталей или узлов. Это позволяет

проверить конструкцию, протестировать форму и посадку, а также выявить потенциальные проблемы, прежде чем инвестировать в дорогостоящие инструменты или производственные процессы.

С помощью 3D-печати инженеры-механики могут легко настраивать и персонализировать детали в соответствии с конкретными требованиями или индивидуальными потребностями. Этот уровень настройки позволяет производить единичные или небольшие объемы специализированных компонентов, таких как специальные приспособления, приспособления или эргономичные конструкции.

Использование аддитивных технологий дает инженерам возможность изготавливать детали сложной и сложной геометрии, которую трудно или невозможно достичь традиционными методами производства. Это открывает новые возможности проектирования, такие как легкие конструкции с оптимизированными внутренними функциями или сложные внутренние каналы [2].

Применение 3D принтеров позволяет снизить затраты различными способами. Это устраняет необходимость в инструментах и формах, которые обычно требуются в традиционных производственных процессах, что снижает первоначальные затраты. Это также позволяет осуществлять локализованное производство по требованию, устраняя затраты на складские запасы и обеспечивая производство «точно в срок».

3D-печать может значительно сократить время выполнения заказов по сравнению с традиционными методами производства. Это устраняет необходимость в сложных процессах оснастки, настройки и сборки, позволяя ускорить производство деталей и сократить общие сроки проекта [3].

Новый метод облегчает итеративный процесс проектирования, благодаря которому инженеры могут быстро изменять и повторять проекты на основе обратной связи в реальном времени. Эта возможность быстро повторять и совершенствовать проекты ускоряет цикл разработки продукта и повышает общее качество дизайна.

Аддитивные технологии позволяют экономически эффективно производить специальные инструменты, приспособления и приспособления, которые помогают в производственных процессах. Эти инструменты могут быть разработаны

и изготовлены специально для индивидуальных проектов или уникальных производственных требований, что повышает точность и эффективность.

Типы 3D-принтеров, используемых в машиностроении.

Обзор различных типов 3D-принтеров, доступных в отрасли.

В области машиностроения доступны различные типы 3D-принтеров, каждый из которых имеет свои возможности, материалы и области применения. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся примеры.

При использовании метода моделирование наплавлением (FDM) применяется термопластичная нить, которая нагревается и выдавливается через сопло. Нить накладывается слой за слоем, создавая объект. FDM популярен благодаря своей доступности, простоте использования и совместимости с широким спектром термопластов.

При стереолитографическом методе печати (SLA) используется жидкая фотополимерная смола, которая избирательно отверждается слой за слоем с помощью УФ-лазера или источника света. SLA обеспечивает печать с высоким разрешением и гладкими поверхностями, что делает его подходящим для детальных прототипов и сложных деталей.

В основе селективного лазерного спекания (SLS) лежит принцип избирательно сплавления вместе с помощью лазера порошкообразный материал (обычно нейлон или другие полимеры). SLS позволяет создавать сложные геометрические и функциональные детали, а также использовать различные материалы.

Подобно SLA, в принтерах с цифровой обработкой света (DLP) используется чан с жидкой смолой, но для одновременного отверждения всего слоя используется цифровой световой проектор. DLP может обеспечить более высокую скорость печати по сравнению с SLA, но может иметь немного более низкое разрешение.

Binder Jetting: эта технология включает выборочное нанесение связующего на порошкообразный материал (например, металл, керамику или песок), слой за слоем. Процесс повторяется до тех пор, пока объект не будет полностью сформирован. Струйная технология связующего известна своей способностью печатать большие и сложные детали и обычно используется для прототипирования металлов.

Прямое лазерное спекание металла (DMLS) использует мощный лазер для избирательного плавления металлических порошков, слой за слоем, для создания полностью плотных металлических деталей. DMLS идеально подходит для производства функциональных металлических прототипов, индивидуальных деталей и небольших производственных партий [6].

Сравнение типов принтеров по ключевым характеристикам и возможностям.

FDM – доступен по цене, широко доступен, подходит для создания надежных прототипов и функциональных деталей.

SLA – высокая точность, гладкая поверхность идеально подходит для сложных моделей, прототипов и узоров, позволяет печатать несколькими материалами одновременно.

SLS – хорошие механические свойства позволяют создавать функциональные прототипы и сложные геометрические формы.

DLP – Высокая скорость печати, немного более шероховатая поверхность по сравнению с SLA.

Binder Jetting – Подходит для создания прототипов, песчаных форм и моделей для литья по выплавляемым моделям, имеет широкий выбор материалов для печати [6].

Выбор типа принтера зависит от таких факторов, как желаемое разрешение, совместимость материалов, стоимость и требования применения.

Анализ использования 3D-принтеров в машиностроении.

Примеры применения 3D-печати в машиностроении.

В качестве примеров использования 3D печати можно рассмотреть изготовление шестерёнок и зубчатых колёс (рис. 1). Поскольку в механизмах эти детали подвергаются под нагрузкой, поэтому требуют частой замены. Изготавливать с помощью классического метода дорого и долго, к тому же используемое зубчатое колесо или шестерня могут иметь особенности в конструкции, которые затруднительно изготовить [7].

В этом случае рационально прибегнуть к использованию аддитивных технологий. В этом случае возможно применить большой спектр материалов, удовлетворяющий различный спектр требований.

Печать этих деталей с помощью 3D принтера позволяет сократить время и стоимость изготовления, но, при этом следует учитывать много параметров, к примеру скорость печати и температура печати.



Рис. 1. Пример 3D печати шестеренок

Источник: <https://stylishbag.ru/10-foto/proekt-shesterni-dlya-3d-printera-80-foto.html>

Также заслуживает внимания работа студентов второго курса средней школы, который активно участвует в FTC Robotics, представляя команды Shark

Beta Team и FatherBoards Team. Итогом работы стал токарный станок, часть компонентов которого была создана при помощи аддитивных технологий (рис. 2).

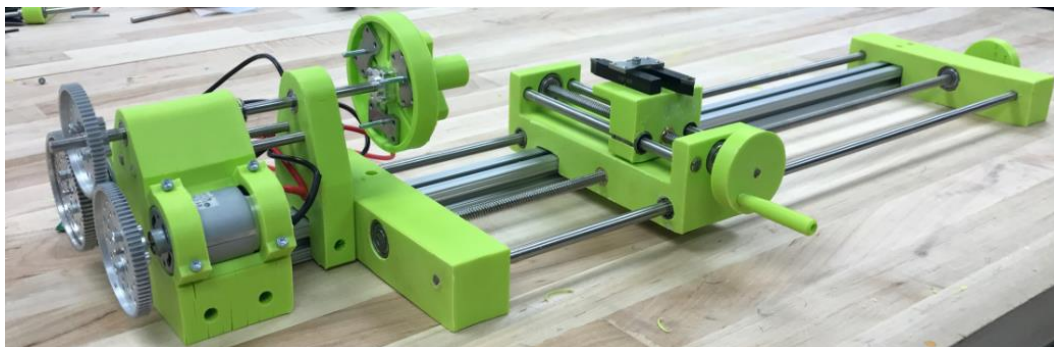


Рис. 2. Токарный станок с элементами, распечатанными на 3D принтере

Источник: <https://www.stankoff.ru/blog/post/443>

По заверениям самого создателя станка, конструкция получилась довольно точной и аккуратной [8]. Нужно отметить, что в этом случае 3D технологии позволили создать оборудование по индивидуальной схеме. В случае выполнения данной работы при применении стандартных инструментов – цена и срокикратно бы увеличились.

Оценка преимуществ и ограничений каждого типа принтера для конкретных приложений.

В сфере аддитивного производства выбор наиболее подходящего типа принтера для конкретных приложений имеет решающее значение для достижения оптимальных результатов. Каждый тип принтера имеет свой набор преимуществ и ограничений, поэтому необходимо тщательно оценить их характеристики и привести их в соответствие с требованиями предполагаемого использования. Изучая такие факторы, как качество продукции, время производства и экономическую эффективность, мы стремимся обеспечить полное понимание того, как различные типы принтеров влияют на результаты аддитивного производства. От моделирования наплавленным осаждением (FDM) и стереолитографии (SLA) до селективного лазерного спекания (SLS) и цифровой обработки света (DLP) – в этой главе будут рассмотрены сильные и слабые стороны каждого типа принтера (таб. 1), что позволит читателям принимать

обоснованные решения и максимизировать эффективность. потенциал аддитивного производства в соответствующих областях [9].

Таблица 1

Преимущества и недостатки различных типов 3D принтеров,
используемых в машиностроении

Параметр	FDM	SLA	SLS	DLP
1	2	3	4	5
Преимущества	Принтеры FDM доступны по цене, просты в использовании и широко доступны. Они могут производить крупные детали и совместимы с широким спектром термопластов. FDM подходит для функциональных прототипов, недорогих производственных деталей и простых геометрических форм	Принтеры SLA производят высокодетализированные и точные отпечатки с гладкой поверхностью. Они преуспевают в создании сложной геометрии и мелких деталей. SLA подходит для применений, требующих высокой точности, таких как ювелирные изделия, стоматологические модели и формы прототипов	принтеры SLS предлагают превосходную универсальность в выборе материалов, включая нейлон, полиамид и металлические порошки. Они могут производить функциональные, высокопрочные детали с хорошими механическими свойствами. SLS подходит для сложных прототипов, деталей конечного использования и небольших производственных партий	Принтеры DLP сочетают в себе скорость печати с высоким разрешением. Они способны создавать подробные отпечатки, аналогичные SLA, но с большей скоростью. DLP подходит для приложений, где важны как скорость, так и качество, таких как стоматологические модели, ювелирные изделия и концептуальные модели

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
Недостатки	<p>Детали FDM могут иметь более низкое разрешение и качество поверхности по сравнению с другими технологиями. Нависающие или сложные конструкции могут потребовать вспомогательных конструкций, что приведет к необходимости последующей обработки. FDM не идеален для высокоточных или сложных деталей</p>	<p>Принтеры SLA могут быть относительно дорогими, а используемые полимерные материалы могут быть дороже по сравнению с нитями FDM. Отпечатки SLA могут иметь меньшую механическую прочность и долговечность по сравнению с другими методами</p>	<p>Принтеры SLS обычно дороже, чем принтеры FDM или SLA. Последующая обработка отпечатков SLS может быть более сложной, требующей удаления излишков порошка и потенциальной обработки поверхности. Мелкие детали могут быть не такими четкими, как на отпечатках SLA</p>	<p>Принтеры DLP могут иметь более ограниченный выбор материалов по сравнению с SLA. Используемые смолы могут быть более дорогими, и часто требуется последующая обработка для удаления излишков смолы и улучшения качества поверхности</p>

В этой главе рассматривается влияние типа принтера на качество продукции, время производства и экономическую эффективность. Изучая эти факторы, мы можем получить представление о компромиссах и соображениях, связанных с выбором наиболее подходящего типа принтера для достижения желаемых результатов в аддитивном производстве. Цель этой главы – от разрешения и качества поверхности до скорости и стоимости материалов – дать полное представление о том, как тип принтера влияет на общий успех и эффективность процесса аддитивного производства.

Тип принтера напрямую влияет на достижимое разрешение, качество поверхности и точность печатаемых деталей. Такие технологии, как SLA и DLP, обычно предлагают более высокое разрешение и более гладкие поверхности по сравнению с FDM или SLS. Также выбор принтера накладывает ограничения на свойства используемого материала. Некоторые технологии, такие как SLS и

печать металлом, позволяют производить детали с большей механической прочностью и долговечностью [10].

Виды 3D принтера играют решающую роль в скорости производства. Принтеры DLP и SLA обычно имеют более высокую скорость печати по сравнению с FDM или SLS, поскольку они могут затвердевать целые слои за одну экспозицию. Такие факторы, как высота слоя и сложность дизайна, также влияют на время производства, независимо от типа принтера [11].

Тип принтера влияет на первоначальные инвестиционные затраты. Принтеры FDM, как правило, более доступны по цене по сравнению с SLA, SLS или металлическими принтерами. Однако это зависит от конкретной модели и возможностей принтера. Затраты на материалы могут значительно различаться в зависимости от типа принтера. Например, нить, используемая в FDM, часто дешевле, чем смола, используемая в SLA или SLS. Металлические порошки, используемые при печати металлами, обычно дороже. Требования к постобработке также могут влиять на экономическую эффективность. Для некоторых типов принтеров может потребоваться дополнительное время и ресурсы для снятия поддержек, обработки поверхности или процессов отверждения [10].

Важно отметить, что влияние на качество продукции, время производства и экономическую эффективность может варьироваться в зависимости от конкретной модели принтера, выбора материала и используемых методов оптимизации. Оценка этих факторов в отношении требований конкретного приложения имеет решающее значение для принятия обоснованного решения.

Факторы, влияющие на выбор принтера в машиностроении.

Рассмотрение совместимости материалов и требований.

Учет совместимости материалов и требований к 3D-печати имеет решающее значение для обеспечения успешной печати и оптимальной производительности печатных объектов. Он предполагает оценку совместимости материалов с используемой технологией 3D-печати и конкретными требованиями желаемого объекта.

Различные технологии 3D-печати (например, FDM, SLA, SLS) совместимы с определенными типами материалов. Например, принтеры FDM обычно

работают с термопластами, такими как ABS или PLA, а принтеры SLA используют фотополимерные смолы. Физические свойства материала, такие как температура плавления, вязкость и термическая стабильность, должны соответствовать возможностям технологии печати. В противном случае материал может не течь должным образом или может испортиться в процессе печати [12].

Необходимо учитывать предполагаемое использование и требования к характеристикам печатного объекта. При выборе материала следует руководствоваться такими факторами, как механическая прочность, гибкость, термостойкость или химическая стойкость. Для некоторых материалов могут потребоваться дополнительные этапы, такие как отверждение, полировка или отделка, для достижения желаемого качества поверхности или функциональных свойств.

Прежде чем выбирать материал, необходимо провести исследование или ознакомиться со спецификациями производителя материала, чтобы убедиться, что он соответствует желаемым критериям совместимости и производительности.

Допускается выполнение небольших пробных отпечатков с использованием выбранного материала, чтобы оценить его поведение, адгезию слоев, точность размеров и общее качество печати. Проблемы совместимости могут возникнуть при одновременном использовании разных материалов или при комбинировании материалов с разными свойствами. Необходимо оценить потенциальные взаимодействия или ограничения, чтобы избежать проблем во время печати.

Оценка разрешения принтера, объема печати и скорости печати.

Разрешение принтера означает уровень детализации или наименьший размер объекта, который 3D-принтер может точно воспроизвести. Обычно она измеряется в микронах (мкм) или миллиметрах (мм) и представляет собой толщину каждого слоя, который может создать принтер. Более высокие значения разрешения означают более мелкие и детальные отпечатки, а более низкие значения указывают на более грубую отделку [13].

Объем печати относится к максимальному размеру или размерам объектов, которые 3D-принтер может изготовить за одно задание на печать. Обычно он измеряется в кубических сантиметрах (см³) или дюймах (дюйм³) и представляет

собой общее пространство, доступное в рабочей зоне принтера. Большие объемы печати позволяют создавать более крупные объекты, тогда как меньшие объемы печати ограничивают размер печатаемых объектов [13].

Скорость печати показывает, насколько быстро 3D-принтер может изготовить объект. Обычно она измеряется в миллиметрах в секунду (мм/с) или сантиметрах в час (см/ч). Скорость печати может варьироваться в зависимости от таких факторов, как высота слоя, сложность дизайна, используемый материал и конкретная модель принтера. Более высокие скорости печати могут привести к ухудшению качества печати, тогда как более низкие скорости часто приводят к более точным и подробным отпечаткам [13].

Важно отметить, что эти параметры могут значительно различаться в зависимости от модели и технологии 3D-принтера. Производители предоставляют конкретные характеристики разрешения, объема печати и скорости печати для своих продуктов, что позволяет пользователям выбрать принтер, соответствующий их конкретным потребностям и требованиям.

Важность требований к постобработке и масштабируемости.

Постобработка важна в 3D-печати для улучшения качества, функциональности и эстетического внешнего вида печатных объектов. Он включает в себя различные методы, такие как шлифовка, полировка, покраска и нанесение покрытий для достижения желаемого конечного результата. Постобработка может улучшить качество поверхности, устранить опорные конструкции, добавить текстуру или цвет и усилить слабые места, делая напечатанные объекты более удобными, визуально привлекательными и подходящими для конкретных применений [14].

Требования к масштабируемости в 3D-печати связаны с возможностью эффективно производить большие количества или объекты большего размера. Сюда входят такие факторы, как скорость печати, объем печати, надежность принтера и доступность материалов. Масштабируемость имеет решающее значение для отраслей, которым требуется массовое производство или объекты большого формата, поскольку она влияет на эффективность производства, рентабельность и общую осуществимость проекта. Удовлетворяя требованиям

масштабируемости, 3D-печать можно эффективно интегрировать в производственные процессы и удовлетворить потребности различных приложений [15].

Вызовы и будущие направления

Выявление проблем, с которыми сталкиваются при интеграции 3D-печати в машиностроение

Выбор подходящих материалов для 3D-печати, обладающих желаемыми механическими свойствами, такими как прочность, долговечность и термостойкость, может оказаться сложной задачей. Ограниченный выбор материалов по сравнению с традиционными методами производства может ограничивать определенные области применения.

Хотя 3D-печать предлагает свободу дизайна, она также требует опыта проектирования аддитивного производства. Чрезмерно сложные конструкции могут привести к сбоям печати, низкому качеству деталей или увеличению времени производства.

Обеспечение точности размеров и точности деталей, напечатанных на 3D-принтере, имеет решающее значение, поскольку небольшие отклонения могут повлиять на механическую функциональность. Такие факторы, как усадка, деформация и допуски, необходимо тщательно учитывать в процессе проектирования и печати.

Достижение желаемого качества поверхности при 3D-печати может быть сложной задачей, особенно для изделий сложной геометрии. Для достижения желаемого окончательного внешнего вида и функциональных требований могут потребоваться дополнительные этапы последующей обработки, такие как шлифовка, полировка или покрытие.

Проверка структурной целостности и механических характеристик деталей, напечатанных на 3D-принтере, имеет важное значение. Чтобы гарантировать, что печатные компоненты соответствуют необходимым стандартам прочности и безопасности, необходимы надлежащие испытания и анализ.

3D-печать может быть дорогостоящей, особенно при крупномасштабном производстве или при использовании специализированных материалов. Определение экономической эффективности 3D-печати по сравнению с традиционными

методами производства имеет решающее значение и включает в себя анализ таких факторов, как стоимость оборудования, материальные затраты и объем производства.

Хотя 3D-печать известна своими возможностями быстрого прототипирования, она не всегда может быть самым быстрым методом производства для крупномасштабного производства. Оптимизация времени печати и достижение высокой производительности могут оказаться сложной задачей, особенно при производстве сложных или крупных деталей.

Легкость копирования объектов, напечатанных на 3D-принтере, вызывает беспокойство по поводу защиты интеллектуальной собственности. Защита проектов и обеспечение соблюдения законов об авторском праве могут оказаться сложной задачей в контексте 3D-печати.

Решение этих проблем требует сочетания технических знаний, исследований и разработок, а также сотрудничества между инженерами, учеными-материаловедами и производителями.

Изучение потенциальных достижений и новых тенденций в области принтерных технологий.

Изучение потенциальных достижений и новых тенденций в области принтерных технологий предполагает изучение новых инноваций и разработок, которые могут расширить возможности печати.

Достижения в технологии 3D-печати позволяют создавать трехмерные объекты из различных материалов, обеспечивая быстрое прототипирование, производство и даже биопечать [16]. Эта область имеет потенциал для медицинских применений, таких как трансплантация органов и тестирование лекарств, а также для достижений в регенеративной медицине.

Новые тенденции в технологиях 3D-печати позволяют одновременно использовать несколько материалов, что позволяет создавать сложные и индивидуальные объекты с различными свойствами и функциями.

Скорость является ограничивающим фактором в 3D-печати. Изучаются достижения в области оборудования, программного обеспечения и материалов для

ускорения процесса печати и повышения его эффективности для промышленного применения.

3D-печать металлом, также известная как аддитивное производство, набирает обороты. Он позволяет создавать сложные металлические детали с высокой точностью, которые можно использовать в аэрокосмической, автомобильной и медицинской промышленности.

Изучение этих потенциальных достижений и новых тенденций в 3D-технологиях способствует постоянному совершенствованию 3D-печати, расширению ее применения и стимулированию инноваций в различных отраслях.

Заключение.

Последствия для управления и принятия решений в машиностроении.

Внедрение 3D-технологий в машиностроении имеет несколько последствий для управления и принятия решений:

3D-технологии позволяют инженерам создавать подробные и точные 3D-модели своих проектов. Это позволяет лучше визуализировать и понимать сложные механические системы, что приводит к более эффективному принятию решений на этапе проектирования.

Технологии быстрого прототипирования позволяют быстро создавать физические прототипы. Это способствует более быстрому повторению и тестированию проектов, позволяя менеджерам более эффективно принимать обоснованные решения об улучшениях и модификациях продукта.

Используя аддитивные технологии, компании потенциально могут сократить время и затраты, связанные с процессами производства и сборки. Это может привести к более эффективному распределению ресурсов и оптимизации производства, что в конечном итоге повлияет на принятие решений, связанных с планированием проекта и составлением бюджета.

В целом, внедрение 3D-технологий в машиностроении расширяет возможности проектирования, повышает скорость и точность принятия решений, снижает затраты и облегчает совместную работу, что приводит к более эффективному управлению на местах.

Возможности будущих исследований и заключительные замечания.

Будущие возможности для исследований в области анализа применения различных типов 3D-принтеров в машиностроении огромны. Во-первых, изучение внедрения и интеграции новых технологий 3D-печати, таких как 3D-печать металлом или биопечать, может привести к прогрессу в различных отраслях. Кроме того, дальнейшее исследование оптимизации параметров печати и выбора материалов может улучшить качество и производительность печатных компонентов. Более того, изучение воздействия процессов 3D-печати на окружающую среду и устойчивости будет иметь решающее значение для обеспечения ответственного внедрения этой технологии. В заключение, анализ различных типов 3D-принтеров в машиностроении дает ценную информацию об их применении, преимуществах и проблемах. Это исследование открывает многочисленные возможности для будущих исследований, которые позволят продвинуться в этой области и раскрыть весь потенциал 3D-печати в различных отраслях.

Список литературы

1. Шкуро А.Е. Технологии и материалы 3D-печати: учеб. пособие / А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. – Екатеринбург: УГЛУТУ, 2017. – С. 97–98. EDN ZETKUB
2. Коряков А.Е. Применение 3D-печати в машиностроении: эффективность, история и тенденции развития / А.Е. Коряков // Инженерная экономика: сборник материалов 78-й студенческой научно-технической конференции (26–28 апреля 2022 г.). – Минск: БНТУ, 2022. – С. 100–102.
3. Шимохин А.В. К вопросу о применении аддитивной технологии на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения / А.В. Шимохин // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89. № 5. – С. 357–365. DOI 10.17816/0321-4443-111103. EDN KPBBLF
4. Елистратова А.А., Технологии 3D-печати: преимущества и недостатки / А.А. Елистратова, И.С. Коршакевич, Д.В. Тихоненко // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – Т. 1. № 11. – С. 557–559. EDN VSCLQL

5. Йесса Л.Д.Л.С. М. Анализ будущего машиностроения и 3D-принтер / Л.Д.Л.С.М. Йесса // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова: сборник докладов (Белгород, 16–17 мая 2023 г.). – Ч. 7. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 38–43. – EDN AOWNJN.
6. Factory 3D Tech [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://factory3d.tech/news/Izgotovlenie-shesteronok-shesternej>
7. Stankoff.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.stankoff.ru/blog/post/443>
8. Габбасов М.Ф. Обзор технологий 3D печати: проблемы и перспективы развития / М.Ф. Габбасов // Поволжский научный вестник. – 2018. – № 2. – С. 34–41. EDN SRLXTH
9. Лысыч М.Н. Обзор современных технологий 3d печати / М.Н. Лысыч, М.Л. Шабанов, А.А. Качурин // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 6. – С. 26–30. EDN UXSITV
10. IXBT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ixbt.com/live/offtopic/na-chto-obraschat-vnimanie-pri-vybore-3d-printera.html>
11. Варган А.А. Постобработка изделий, выполненных с помощью технологии FDM 3D-печати / А.А. Варган. – 2022. EDN ERPMWO
12. Халецкий Д.М. Технологии 3D печати. 3D принтеры и сферы их применения / Д.М. Халецкий. – 2018.
13. Морозевич Е.С. 3D-печать: что ждет нас в будущем? / Е.С. Морозевич. А.П. Багаева //Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2014. – Т. 1. № 10. – С. 384–385. EDN TAQGVH

Костяков Александр Евгеньевич – аспирант, НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Россия, Москва.

Kostyakov Alexander Evgenyevich – postgraduate student, Non-governmental Educational Private Institution of Higher Education «Moscow Financial and Industrial University «Synergy», Russia, Moscow.
