

Научная библиотека УлГТУ
Читальный зал
Машиностроительного факультета

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВИРТУАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

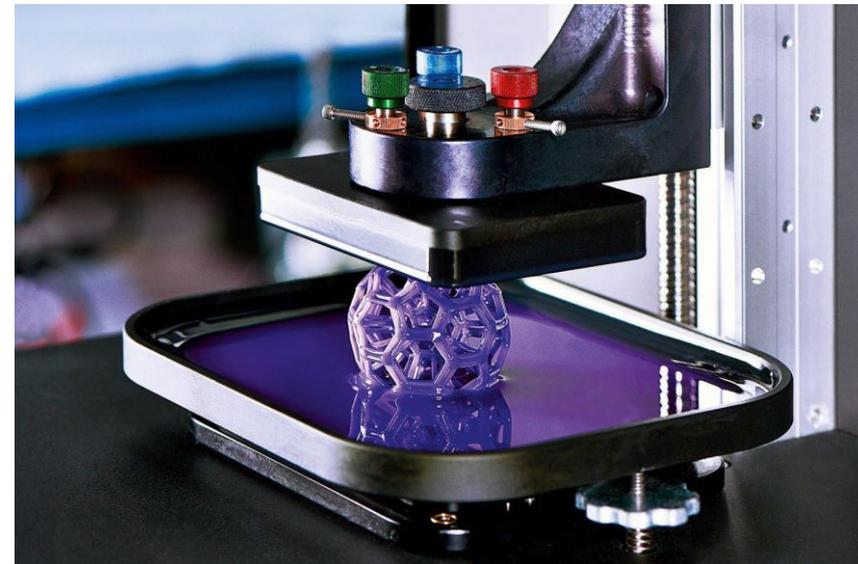
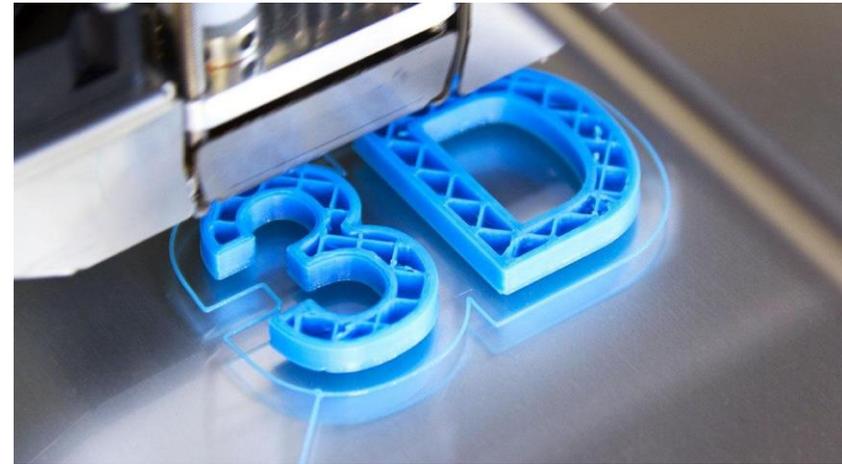
В экспозиции представлены электронные издания ЭБС «Лань» и научные статьи «ELIBRARY.RU». Для работы нужна предварительная регистрация с IP-адресов УлГТУ.

В настоящее время все более активно используются совершенно новые способы получения изделий, заключающиеся в том, что изделия изготавливают напрямую на основе их трехмерных моделей, минуя этап технологической подготовки производства, и без непосредственного участия человека. Имея трехмерную модель изделия, можно изготовить его прототип буквально за несколько часов, не затрачивая времени на разработку технологий, управляющих программ и инструментальное обеспечение производства. Такие технологии основаны на аддитивном способе формообразования.

Аддитивные технологии предполагают изготовление (построение) физического объекта (детали) методом послойного нанесения (добавления, англ. – «add») материала, в отличие от традиционных методов формирования детали, за счет удаления (subtraction- вычитания) материала из массива заготовки. Такие трехмерные или 3D-объекты создаются с помощью 3d-принтеров.

Суть Additive Manufacturing (А. М.) можно записать следующей схемой: CAD–модель --AM–машина - --деталь. Практически это означает реальный переход к «безбумажным» технологиям, когда для изготовления детали традиционной бумажной чертежной документации в принципе не требуется.

Аддитивные технологии охватывают все новые сферы деятельности человека.



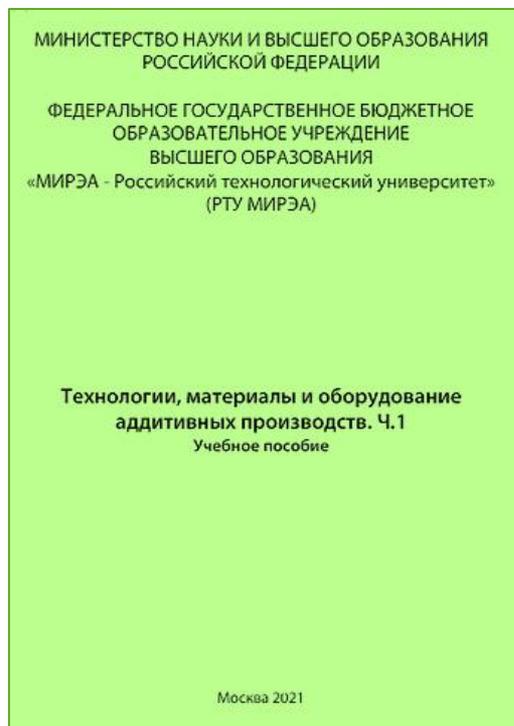
Горунов, А. И. Аддитивные технологии и материалы : учебное пособие / А. И. Горунов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2019. — 56 с.



Показаны основные направления и пути развития аддитивных технологий, фазовые превращения в материалах в процессе аддитивного производства и их механические свойства, рассматриваются вопросы разработки физико-химических и физико-механических процессов формирования новых материалов и научных основ выбора материалов с заданными свойствами применительно к аддитивному производству.

[Читать](#)

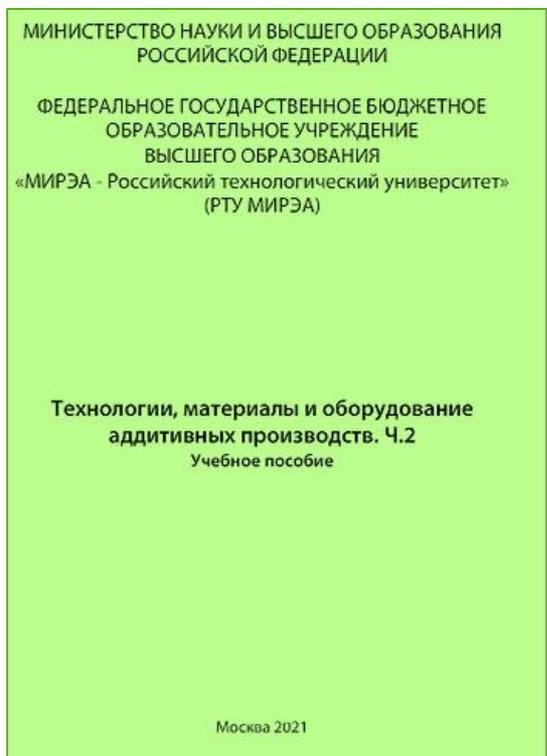
Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 1 — 2021. — 173 с.



Учебное пособие посвящено рассмотрению различных технологий 3Dпечати, используемых в аддитивном производстве. Приведены общие положения в области аддитивных технологий, классификация и общая последовательность процессов аддитивного производства, виды изделий аддитивных производств, а также общие принципы проектирования и оптимизации их конструкции. Подробно рассмотрены наиболее популярные технологии аддитивного производства, приведены сведения по используемым материалам и оборудованию, технологические параметры процессов, преимущества и недостатки относительно других технологий.

[Читать](#)

Преображенская, Е. В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств : учебное пособие / Е. В. Преображенская, В. В. Зуев, А. А. Мышечкин. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 2 — 2021. — 164 с.



Учебное пособие посвящено рассмотрению устройства и принципов работы установок аддитивного производства для реализации производства изделий из металлических порошков и проволоки, особенности и специальные требования к металлическим порошкам, используемым в аддитивном производстве. Приведена методика и алгоритм разработки технологического процесса изготовления изделий из металлических порошков на примере использования метода селективного лазерного плавления. Рассмотрены гибридные технологии, основанные на использовании процессов аддитивного производства.

[Читать](#)

Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. — Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2018. — 140 с.

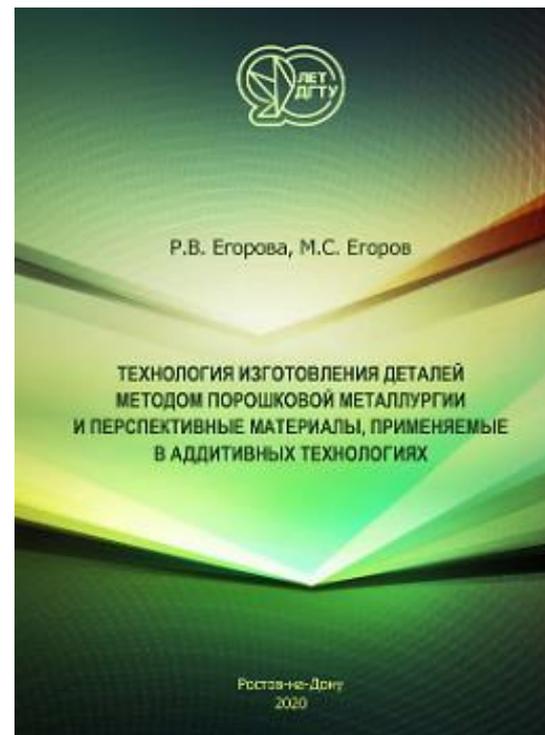
В пособии рассматриваются основные понятия, история развития и методы в области аддитивных технологий. Даны рекомендации использования аддитивных технологий на всех этапах жизненного цикла изделий; рассмотрены реальные перспективы развития и применения их в различных отраслях техники и технологии. Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 15.03.05 — «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиля «Технологии цифрового производства», а также будет полезно для студентов и преподавателей большинства технических специальностей.



[Читать](#)

Егорова, Р. В. Технология изготовления деталей методом порошковой металлургии и перспективные материалы, применяемые в аддитивных технологиях : учебное пособие / Р. В. Егорова, М. С. Егоров. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2020. — 140 с.

Рассмотрены различные технологии получения высокоплотных порошковых материалов, структура и механические свойства горячедеформированных порошковых сталей. Изучены свойства порошковых сталей в зависимости от различных условий термообработки. В учебном пособии приведены технологические требования, предъявляемые к конструкциям порошковых деталей, что является важной частью технологического процесса изготовления изделий методом порошковой металлургии. Проведен анализ современного состояния вопроса в области материалов, технологий и оборудования для получения изделий с применением аддитивных технологий. Описаны существующие способы получения изделий с помощью аддитивных технологий, перспективные материалы, которые используются в этих технологиях, а также существующее оборудование в этой области.



[Читать](#)

Звонцов, И. Ф. Разработка технологических процессов изготовления деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие для вузов / И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 696 с.



Содержатся сведения о технологическом процессе и его элементах, приведены правила оформления технологической документации — операционных эскизов, маршрутных и операционных карт, карт технического контроля. Кратко рассмотрены схемы разработки технологических процессов для различных видов производств. Приведены краткие сведения о схемах выбора режущего, вспомогательного и мерительного инструмента, а также оборудования. Даны схемы расчетов режимов резания на основные виды технологических операций. Приводятся общетехнические данные, используемые в процессах работы по оформлению технологических документов. Кратко рассмотрены направления автоматизации проектных технологических работ на основе CAD/CAM систем.

[Читать](#)

Бен Рэдвуд.

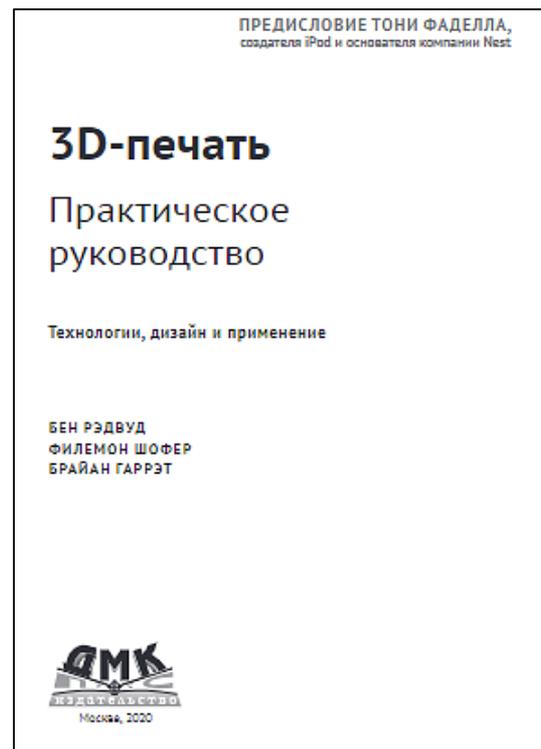
3D-печать. Практическое руководство [Электронный ресурс] : технологии, дизайн и применение : [перевод с английского] / Р. Бен, Ш. Филемон, Г. Брайан. - Москва : ДМК Пресс, 2020. - 220 с.

Книга посвящена стремительно развивающимся технологиям 3D-печати, которые находят свое применение во множестве отраслей: дизайне, строительстве, медицине и других.

Помимо самих технологий и материалов печати рассматриваются характеристики различных 3D-принтеров, общие особенности 3D-моделей и методы их постобработки.

Благодаря многочисленным иллюстрациям читатель получает ёмкое представление о возможностях и ограничениях 3D-печати.

[Читать](#)



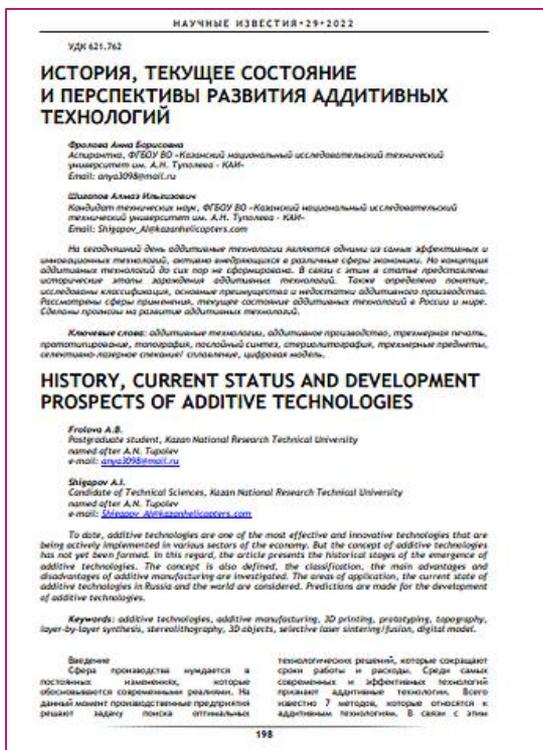
Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 520 с.

В книге рассмотрено применение лазеров в различных отраслях народного хозяйства: научных исследованиях, медицине, промышленности, коммуникациях, мониторинге и защите окружающей среды, в военной технике и системах безопасности. Полнота информации обеспечивается иллюстративными материалами, многие из которых публикуются впервые.

[Читать](#)



Фролова, А. Б. История, текущее состояние и перспективы развития аддитивных технологий/А. Б. Фролова, А. И. Шигапов.//Научные известия. -2022.- № 29.-С. 198-202.



На сегодняшний день аддитивные технологии являются одними из самых эффективных и инновационных технологий, активно внедряющихся в различные сферы экономики. Но концепция аддитивных технологий до сих пор не сформирована. В связи с этим в статье представлены исторические этапы зарождения аддитивных технологий. Также определено понятие, исследованы классификация, основные преимущества и недостатки аддитивного производства. Рассмотрены сферы применения, перечислены основные аддитивные технологии в России и мире. Сделаны прогнозы на развитие аддитивных технологий.

Читать

Каминский, А. А. Анализ трендов рынков аддитивных технологий/А. А. Каминский, М. И. Ананич//Интерэкспо Гео-Сибирь.- 2023.-Т. 6.- С. 77-84

Данная статья посвящена анализу трендов рынка аддитивных технологий. В статье приведены последние тенденции на рынке аддитивных технологий. Аддитивные технологии, также известные как 3D печать, являются одним из наиболее перспективных направлений в современной промышленности. Они позволяют создавать сложные детали и конструкции, которые трудно или невозможно произвести с помощью традиционных методов производства. Это открывает новые возможности для индивидуального проектирования и изготовления изделий, а также ускоряет процесс разработки и сокращает расходы на создание прототипов. Аддитивные технологии - это изготовление детали с послойным наложением материала друг на друга. Целью научной статьи является выявление современных трендов в сфере аддитивных технологий, а также рассмотрение рынка аддитивных технологий стран, потенциальных конкурентов российским компаниям на отечественном рынке, на наличие следования трендам. Проблемой научной статьи является отсутствие знаний и непонимание современных трендов. В научной статье был проведен анализ трендов на основе исследований тренд-хантеров 2022-2023 годов. Были выявлены следующие тренды: новые материалы; экологичность; новые технологии; доступность аддитивных технологий; комбинаторность; новые области применения; новый взгляд производства на 3D принтеры.

[Читать](#)

Найм, У. А. М. Перспективы применения аддитивных технологий в России в отраслевом ракурсе (на примере авиационной промышленности) /У. А. М. Найм, Д. Н. Ермаков, В. М. Мельников, О. Ю. Казенков //Computational Nanotechnology.- 2022.-Т. 9.-№2. – С 56-66.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ
И ПОЛИМЕРНЫХ НАНОСТРУКТУР

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL NANOMATERIALS
BASED ON NANOPARTICLES
AND POLYMER NANOSTRUCTURES

05.13.10

УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

GOVERNANCE IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

2.6.6

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ
NANOTECHNOLOGY AND NANOMATERIALS

DOI: 10.33603/2311-221X.2022-9-2-56-66

Перспективы применения аддитивных технологий
в России в отраслевом ракурсе
(на примере авиационной промышленности)

У.А.М. Найм^{1,*} ©, Д.Н. Ермаков^{1,2,*} ©,
В.М. Мельников^{1,4} ©, О.Ю. Казенков^{1,2,4} ©

¹ Инженерная академия Российского университета дружбы народов (РУДН),
г. Москва, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управление
имени К.Г. Разумовского (Первый казанский университет)»,
г. Москва, Российская Федерация

³ АО «НИИТ» Политех имени М.В. Ситникова,
г. Москва, Российская Федерация

*E-mail: 1042218173@rudn.ru

*E-mail: ermakov-dn@rudn.ru

*E-mail: vitalymelnikov45@yandex.ru

*E-mail: o.kazenkov@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается проблема внедрения в народное хозяйство России аддитивных технологий в ракурсе их адаптации к современным рыночным условиям, когда Российская Федерация развивается в условиях международных экономических санкций. Авторы приходят к выводу на примере авиационной отрасли России, что распространение аддитивных технологий в рамках российского промышленного производства затруднено из-за низкой эластичности спроса и предложения, особенно болезненным для инновационного развития отрасли является низко эластичное предложение, этот вывод сделан на базе линейной модели рынка. Однако перспективы у аддитивных технологий в авиационной промышленности есть, тем условием является изменение ценной политики в аспекте пересмотра цен на продукцию гражданской авиации в сторону их увеличения, это вполне возможно в ситуации трансформации всей промышленности под давлением международных санкций. Авторы также считают, что в перспективе развитие малой авиации создаст условия для того, что аддитивные технологии окажутся более востребованными, но сделать сейчас определенные прогнозы на этот счет пока что трудно. **Ключевые**

56

В статье рассматривается проблема внедрения в народное хозяйство России аддитивных технологий в ракурсе их адаптации к современным рыночным условиям, когда Российская Федерация развивается в условиях международных экономических санкций. Авторы приходят к выводу на примере авиационной отрасли России, что распространение аддитивных технологий в рамках российского промышленного производства затруднено из-за низкой эластичности спроса и предложения, особенно болезненным для инновационного развития отрасли является низко эластичное предложение, этот вывод сделан на базе линейной модели рынка. Однако перспективы у аддитивных технологий в авиационной промышленности есть при условии изменения ценовой политики в аспекте пересмотра цен на продукцию гражданской авиации в сторону их увеличения, это вполне возможно в ситуации трансформации всей промышленности под давлением международных санкций. Авторы также считают, что в перспективе развитие малой авиации создаст условия для того, что аддитивные технологии окажутся более востребованными, но сделать сейчас определенные прогнозы на этот счет пока что трудно.

[Читать](#)

Преображенский, А. П. Основные характеристики аддитивных технологий /А. П. Преображенский, Н. М. Токарева //Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2018. - № 2(25).-С. 40-42.

В статье рассматриваются основные принципы, на основе которых работают аддитивные технологии. Указаны особенности стереолитографии, лазерного спекания, применения термопластов, ламинирования, 3D-принтеров.

УДК 542.183

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

© 2018 А. П. Преображенский, Н. М. Токарева

Воронежский институт высоких технологий
ООО «3Д-комплекс», г. Воронеж

В статье рассматриваются основные принципы, на основе которых работают аддитивные технологии. Указаны особенности стереолитографии, лазерного спекания, применения термопластов, ламинирования, 3D-принтеров.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-моделирование, 3D-печать.

Развитие аддитивных технологий (АТ) стало происходить интенсивным образом, когда появилась возможность получать первые трехмерные изображения объектов при помощи компьютерных дисплеев. В первую очередь возникла стереолитография, потом стали появляться подходы, которые назвали технологией быстрого прототипирования (Rapid Prototyping) и, затем, стали использовать название «Аддитивные технологии».

Для большого числа отраслей, например, в аэрокосмической и космических сферах, на данный момент без аддитивной технологии невозможно представить их развитие.

Проведение разработок новых видов объектов – является длительным и трудоемким процессом, который требует, чтобы были проведены несколько этапов при проектировании и была сделана необходимая оценка до того, как будет планироваться массовый выпуск.

Осуществить резкое ускорение проведения таких этапов можно за счет использования по всему миру методов 3-х мерного компьютерного моделирования. Помимо этого, на основе современных систем компьютерного проектирования (САД) можно значительным образом уменьшить временные затраты, а также средства по разработке и конструированию новых объектов.

Но остаются проблемы, связанные с формированием первых физических образцов для объектов, характеризующихся сложными формами, так как проведение работ по технологии создания объектов и спот-

ветствующих оснасток в ряде случаев определяют затраты, которые сопоставимы со стоимостью разработки самих объектов.

За счет того, что мы имеем реальные физические модели будущих объектов, есть возможность для выявления и устранения различных ошибок, коррекции способов производства процессов проектирования. Прототипы объектов можно применять как концептуальные модели при процессах визуализации и анализе конструкций.

В этой связи, в конце 1980-х стали активно применять технологии, связанные с формированием трехмерных объектов, без участия человека на том, что удаляется материал (процессы точения, фрезерования, электроэрозионной обработки) или плавления (форма заготовок (процессы ковки, штамповки, прессовки), а на том, что постепенно наращивается (добавляется) материал или изменяется физико-основные вещества в определенных областях пространства.

В существующих условиях можно увидеть использование различных аддитивных систем, которые производят модели на базе разных технологий и из разных материалов. Но, все они функционируют на основе сложного, последовательного формирования физических моделей, они состоят в следующем:

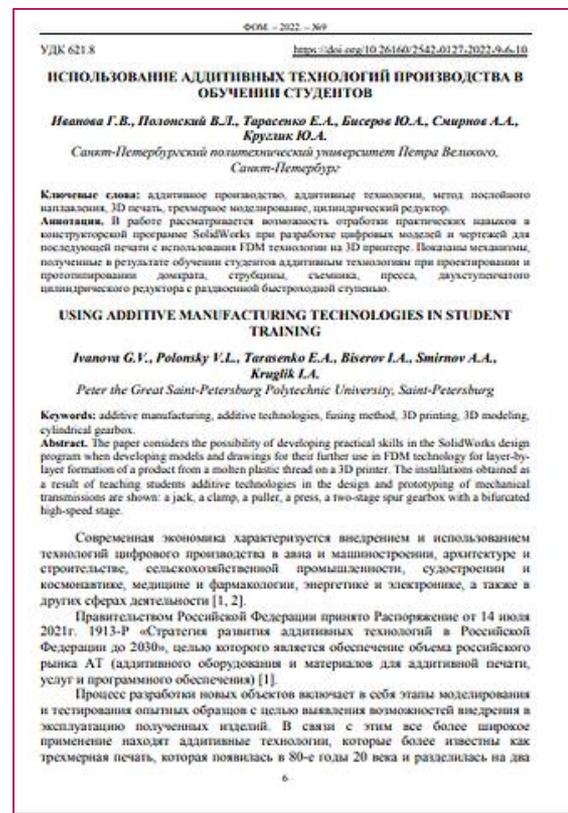
- считается трехмерная геометрия из 3D САД-системы;
- трехмерная модель разбивается по горизонтальным сечениям (слоям) при помощи специальной программы, которая устанавливается с оборудованием или производится как приложение;
- сечения деталей строятся по слоям снизу-вверх, таким, пока не будет создан физический прототип модели. Расположение слоев производит синту-автер, они идут

Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, д. т. н., профессор «ФМФ» Иркутского государственного университета им. Г. Г. Шенниковского, г. Иркутск
Токарева Наталья Михайловна – ООО «3Д-комплекс», г. Воронеж, генеральный директор, e-mail: tokareva_n_3615@mail.ru

Иванова, Г. В. Использование аддитивных технологий производства в обучении студентов /Г. В. Иванова, В. Л. Полонский, Е. А. Тарасенко, Ю. А. Бисеров, А. А. Смирнов, Ю. А. Круглик //Фундаментальные основы механики. – 2022. -№ 9. –С. 6-10.

В работе рассматривается возможность отработки практических навыков в конструкторской программе SolidWorks при разработке цифровых моделей и чертежей для последующей печати с использования FDM технологии на 3D принтере. Показаны механизмы, полученные в результате обучении студентов аддитивным технологиям при проектировании и прототипировании домкрата, струбцины, съемника, пресса, двухступенчатого цилиндрического редуктора с раздвоенной быстрходной ступенью.

[Читать](#)



Садовская, А. В. Современные технологии изготовления изделий сложных форм методом аддитивных технологий/А. В. Садовская, В. М. Александров, В. В. Коваленя, И. С. Пентковский// Потребительская кооперация. 2023.- №3(82). – С. 18-22

В статье представлены результаты работы по моделированию изделия сложной геометрии на примере сувенирной наградной продукции Белорусской федерации бокса в компьютерной программе Blender, представлены основные этапы создания цифровой модели и ее допечатной подготовки. Исследована точность передачи геометрических размеров напечатанного образца и проведен экономический расчет стоимости печати на 3D-принтере Flashforge Guider IIs.

18 *Потребительская кооперация № 3 (82) 2023*

VII Республиканской научно-технической конференции молодых ученых, Гомель, 18-20 октября 2022 г. – Гомель: ИММС НАНБ, 2022.

5. Шаповалов, В. М. Разработка высокополимерных экструзионных компонентов на основе дробления и термостабильности: автореф. ... дис. канд. техн. наук. : 05.02.01 / В. М. Шаповалов ; ИММС НАНБ. – Гомель, 1989. – 21 с.

6. Шаповалов, В. М. Технологии переработки высокополимерных компонентов / В. М. Шаповалов, В. Г. Барсуков, Б. И. Купчачков ; под общ. ред. чл.-корр. НАН Беларуси Ю. М. Плескачевского. – Гомель: ИММС НАНБ, 2000. – 260 с.

7. Правильная обработка композиционных полимерных материалов / А. А. Берина [и др.] – М. : Химия, 1990. – 240 с.

8. Физическая химия полимерных композиций / под ред. Ю. С. Липатова. – Киев : Наук. думка, 1974. – 184 с.

9. Гавришвили, И. Формованные изделия из дробленослойной композиции / Г. И. Гавришвили, А. А. Семеновский. – М. : Лезная промышленность, 1972. – 160 с.

Получено 06.08.2023.

УДК 671.128:655.225.7.778.64

А. В. Садовская (sadovskaya@bftu.by),
кандидат технических наук, доцент
Белорусское национальное техническое университет

В. М. Александров (valeriyalex1040@yandex.by),
кандидат технических наук,
преподаватель, Советник эксперта
Белорусской федерации бокса

В. В. Коваленя (kovanalenya@yandex.by),
доктор
Белорусское государственное
университет физической культуры

И. С. Пентковский (pentkovsk@721072001@mail.ru),
студент
Белорусское национальное техническое университет

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНЫХ ФОРМ МЕТОДОМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье представлены результаты работы по моделированию изделия сложной геометрии на примере сувенирной наградной продукции Белорусской федерации бокса в компьютерной программе Blender, представлены основные этапы создания цифровой модели и ее допечатной подготовки. Исследована точность передачи геометрических размеров напечатанного образца и проведен экономический расчет стоимости печати на 3D-принтере Flashforge Guider IIs.

The article presents the results of work on modeling a product of complex geometry using the example of souvenir products of the Belarusian Boxing Federation in the Blender software program, presents the main stages of creating a digital model and its preprint preparation. The accuracy of transferring the geometric dimensions of a printed sample was studied and an economic calculation of the cost of printing on a Flashforge Guider IIs 3D printer was carried out.

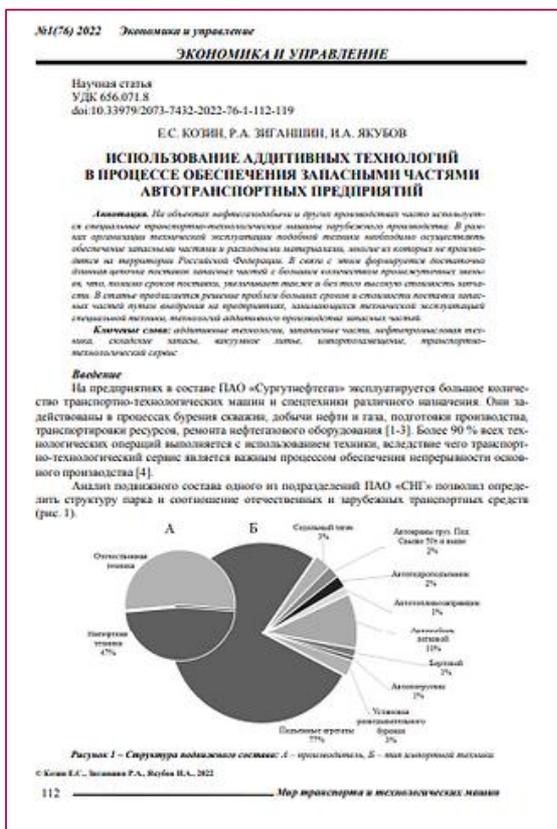
Ключевые слова: сувенирная продукция, 3D-печать, моделирование изделий, компьютерная модель, PLA-пластик, подготовка

Key words: souvenir products, 3D printing, product modeling computer model, PLA plastic, support

Выводы:
Достижением научно-технического прогресса по пути широкого развития в различных отраслях промышленности. Одним из приоритетных направлений научной деятельности Беларуси является разработка и внедрение инновационных технологий (ИТ-технологии), т. е. компьютеризация

[Читать](#)

Козин, Е. С. Использование аддитивных технологий в процессе обеспечения запасными частями автотранспортных предприятий/ Е. С. Козин, Р. А. Зиганшин, И. А. Якубов//Мир транспорта и технологических машин. -2022.- № 1 (76).- С. 112-119.



На объектах нефтегазодобычи и других производствах часто используются специальные транспортно-технологические машины зарубежного производства. В рамках организации технической эксплуатации подобной техники необходимо осуществлять обеспечение запасными частями и расходными материалами, многие из которых не производятся на территории Российской Федерации. В связи с этим формируется достаточно длинная цепочка поставок запасных частей с большим количеством промежуточных звеньев, что, помимо сроков поставки, увеличивает также и без того высокую стоимость запчасти. В статье предлагается решение проблем больших сроков и стоимости поставки запасных частей путем внедрения на предприятиях, занимающихся технической эксплуатацией специальной техники, технологий аддитивного производства запасных частей.

Рукавицын, А. Н. Разработка методов управления движением рабочего органа роботизированного комплекса 3D-печати для обеспечения аддитивных технологий/А. Н. Рукавицын, П. В. Чжоу//Мир транспорта и технологических машин. – 2022.-№4-1 (79). – С. 40 – 47.

Представлены результаты разработки роботизированного комплекса для обеспечения аддитивных технологий на основе пространственного манипулятора. Показано, что качество объемной печати может быть обеспечено за счет реализации в пространстве обобщенных или декартовых координат постоянного перемещения рабочего органа по требуемой траектории. Разработан метод организации управляемого движения рабочего органа 3-D принтера на основе задания множества узловых точек, движение между которыми осуществляется по прямолинейным траекториям. Для этого обратная задача о кинематическом положении решается в режиме реального времени. Разработанный и реализованный в среде Matlab алгоритм позволил определить значения обобщенных координат, скоростей, ускорений и сил при движениях звеньев соответствующих конфигурациям пространственного манипулятора в заданных точках траектории.

[Читать](#)

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОРГАНА РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА 3D-ПЕЧАТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Представлены результаты разработки роботизированного комплекса для обеспечения аддитивных технологий на основе пространственного манипулятора. Показано, что качество объемной печати может быть обеспечено за счет реализации в пространстве обобщенных или декартовых координат постоянного перемещения рабочего органа (манипулятора) по требуемой траектории. Разработан метод организации управляемого движения рабочего органа 3-D принтера на основе задания множества узловых точек, движение между которыми осуществляется по прямолинейным траекториям. Для этого обратная задача о кинематическом положении решается в режиме реального времени. Разработанный в среде Matlab алгоритм позволил определить значения обобщенных координат, скоростей, ускорений и сил при движениях звеньев соответствующих конфигурациям пространственного манипулятора в заданных точках траектории.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-принтер, манипулятор, траектория, обратная задача кинематики, рабочий орган, организация, обобщенные координаты

Введение

Широкое распространение новейших цифровых технологий в области проектирования и управления различными технологическими машинами стимулирует бурный процесс развития технологий последнего света или, так называемых, аддитивных технологий (AF – Additive Manufacturing). Современные AF-технологии характеризуются высокой энергоэффективностью при изготовлении изделий из различных материалов, таких как металлы, полимеры, композиты и пр. В сравнении с традиционными методами, AF-технологии дают возможность обеспечить ресурсосберегающий подход к созданию деталей сложного профиля. Данный факт предопределяет широкое использование данной технологии объемной печати в различных производственных областях. Создание масштабных прототипов, макетов, сложно профильных деталей и готовок путем «прямого выращивания» не требует использования дорогостоящей оснастки, что значительно снижает стоимость технологической подготовки производства. AF-технологии самым наилучшим образом способствуют снижению трудовых и материальных затрат [1-4].

3D-принтер является основным устройством комплекса оборудования для обеспечения AF-технологий. Сегодня в мире насчитывается порядка сотни компаний, занимающихся серийным производством подобных устройств, каждая из которых принесла свои новшества в усовершенствовании технологии объемной печати, а некоторые из них разработали собственные методы и конструкции 3D-принтеров. Но в то же самое время, в серийном и массовом производстве, аддитивные технологии, которые направлены на прямое изготовление конечного продукта, внедряются с огромным трудом [5, 6].

Такое противоречие объясняется не только отсутствием широкой номенклатуры используемых материалов, которые позволяют изготовить изделие с требуемыми характеристиками в достаточном количестве (т.е. недостаточным уровнем развития самой AF-технологии), но и ограниченными возможностями 3D-принтеров, разрабатываемых обычно на основе обычных трехкоординатных порталных манипуляторов [8, 9].

Куликов, М. Ю. Улучшение шероховатости поверхностей деталей из полимерных материалов, полученных с помощью аддитивных технологий/М. Ю. Куликов, М. А. Ларионов, Д. В. Гусев, Е. О. Шевчук//Вестник Брянского государственного технического университета. -2021. - №7(104). – С. 12-18.



Вскрыты причины низкой шероховатости поверхностей деталей, полученных с помощью аддитивных технологий. Изучено улучшение этого показателя последующей обработкой гибким абразивным инструментом. Выявлена перспективность использования смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при данных условиях обработки. Определены условия работы мягкого абразивного инструмента и влияние СОЖ на показатели шероховатости обработанной поверхности деталей из полимерных материалов.

[Читать](#)

Бабкин, С. И. Анализ способов для производства различных деталей сельскохозяйственной техники основанных на применении аддитивных технологий /С. И. Бабкин, А. А. Бахарев//Наука и образование. – 2023.-Т. 6. -№ 2.

В статье рассмотрен анализ случаев изготовления деталей из полимеров при помощи трехмерной печати с применением различных аддитивных технологий. Выявлены наиболее рациональные инструменты и материалы, позволяющие эффективно изготавливать запасные детали из полимеров для сельскохозяйственной техники.

[Читать](#)

УДК 631.3

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНЫХ
ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОСНОВАННЫХ
НА ПРИМЕНЕНИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Сергей Иванович Бабкин
магистрант

BabkinSerj@mail.ru

Алексей Александрович Бахарев
кандидат технических наук, доцент

BakharevAlex@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет
г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен анализ случаев изготовления деталей из полимеров при помощи трехмерной печати с применением различных аддитивных технологий. Выявлены наиболее рациональные инструменты и материалы, позволяющие эффективно изготавливать запасные детали из полимеров для сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: печать, деталь, полимер, изготовление.

Перевертов, В. П. Классификации наноматериалов для традиционных и аддитивных технологий в системе транспортного машиностроения/В. П. Перевертов, Н. А. Кузин, Н. К. Юрков// Надежность и качество сложных систем. – 2022.-№ 2 (38).- С. 70-77.

Актуальность и цели. Системный подход применяется к анализу эволюции развития технологий и создания умных производственных систем.

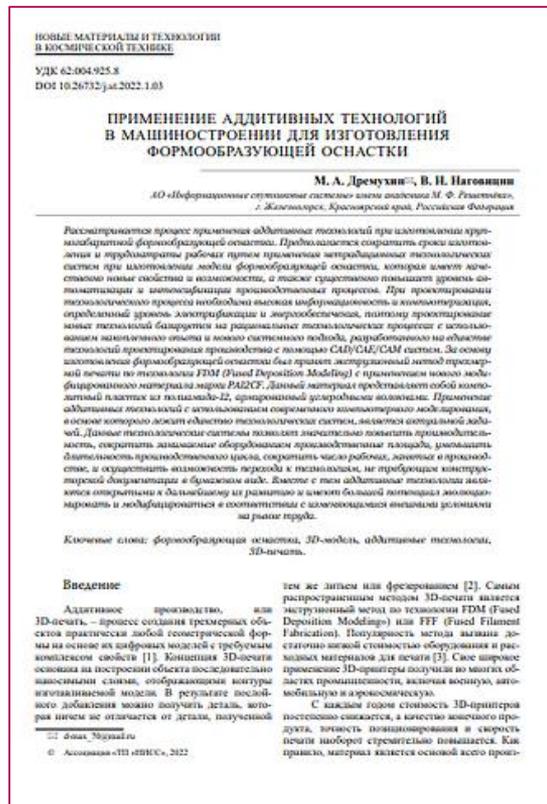
Материалы и методы. Показано, что аддитивные технологии - это технологии 3D (4D)-печати изделий с помощью послойного лазерного (плазменного, ионного и т.д.) сплавления и/или спекания порошковых материалов, в том числе и наноматериалов. Предложена классификация порошковых наноматериалов, предназначенных как для традиционных, так и для аддитивных технологий формообразования деталей с составными элементами. Показано, что для эффективного производства изделий с помощью 3D- и 4D-печати (технологий) необходима система диагностического управления концентрированными потоками энергии технологического оборудования. Альтернативой традиционным подходам являются «умные» производства, ранее называемые гибкими производственными системами. Результаты и выводы . Оценивается возможность использования «умных» производств в решении проблем создания производственной инфраструктуры ОАО «РЖД», предназначенной для мелкосерийного производства/ремонта подвижного состава.

[Читать](#)

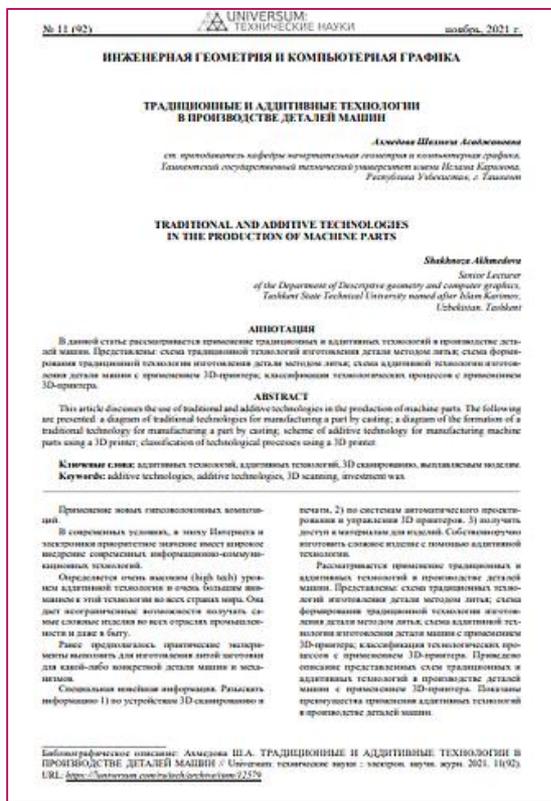
Дремухин, М. А. Применение аддитивных технологий в машиностроении для изготовления формообразующей оснастки / М. А. Дремухин, В. Н. Наговицын // Космические аппараты и технологии. - 2022. - Т. 6. - №1 (39). - С. 21-28.

Рассматривается процесс применения аддитивных технологий при изготовлении крупногабаритной формообразующей оснастки. Предполагается сократить сроки изготовления и трудозатраты рабочих путем применения нетрадиционных технологических систем при изготовлении модели формообразующей оснастки, которая имеет качественно новые свойства и возможности, а также существенно повышает уровень автоматизации и интенсификации производственных процессов. При проектировании технологического процесса необходима высокая информационность и компьютеризация, определенный уровень электрификации и энергообеспечения, поэтому проектирование новых технологий базируется на рациональных технологических процессах с использованием накопленного опыта и нового системного подхода, разработанного на единстве технологий проектирования производства с помощью CAD/CAE/CAM систем. За основу изготовления формообразующей оснастки был принят экструзионный метод трехмерной печати по технологии FDM (Fused Deposition Modeling) с применением нового модифицированного материала марки PA12CF...

[Читать](#)



Ахмедова, Ш. А. Традиционные и аддитивные технологии в производстве деталей машин/Ш. А. Ахмедова//Universum: технические науки. -2021.- №11-1 (92).-С 34-37.



В данной статье рассматривается применение традиционных и аддитивных технологий в производстве деталей машин. Представлены: схема традиционной технологий изготовления детали методом литья; схема формирования традиционной технологии изготовления детали методом литья; схема аддитивной технологии изготовления детали методом литья; схема аддитивной технологии изготовления детали машин с применением 3D-принтера; классификация технологических процессов с применением 3D-принтера.

[Читать](#)

Филатова, А. А. Оценка возможности применения в заклепочных соединениях титанового сплава, полученного по аддитивной технологии / А. А. Филатова // Машиностроение и инженерное образование. - 2020. - №3 (64). - С. 31-38.

В статье исследовано влияние полирования электрохимическим методом на поверхностные дефекты деталей из титанового сплава, полученных методом плавления порошкового слоя электронным лучом с помощью методов вихревого тока и гидростатического взвешивания. Впервые исследованы соединения клепкой деталей из титановых сплавов, образованные ударным, прессовым и специальными методами. Показано, что материалы, полученные аддитивными технологиями, обладают удовлетворительными свойствами для применения в сборочных операциях клепкой.

[Читать](#)

УДК 624.076.44

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ЗАКЛЕПОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ТИТАНОВОГО СПЛАВА, ПОЛУЧЕННОГО ПО АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Филатова

В статье исследовано влияние полирования электрохимическим методом на поверхностные дефекты деталей из титанового сплава, полученных методом плавления порошкового слоя электронным лучом с помощью методов вихревого тока и гидростатического взвешивания. Впервые исследованы соединения клепкой деталей из титановых сплавов, образованные ударным, прессовым и специальными методами. Показано, что материалы, полученные аддитивными технологиями, обладают удовлетворительными свойствами для применения в сборочных операциях клепкой.

Ключевые слова: аддитивное производство, электрохимическое полирование, соединения клепкой, метод вихревого тока, степень точности линейных размеров, титановый сплав.

Введение

В связи с расширяющимся объемом информации о способах обработки конструкционных материалов и с вакуумной необходимостью в их систематизации, Маршалл Бернс разработал способы изготовления изделий на три большие группы: субтрактивные (лат. *subtrahere*), формативные (лат. *formare*) и аддитивные (лат. *addere*) [1].

Широко известными и применяемыми в промышленности в настоящее время являются субтрактивные способы, заключающиеся в образовании новых поверхностей разрушением (отделением) избыточных слоев материала и формативные, заключающиеся в образовании новых поверхностей деформированием поверхностных слоев материала без его существенного удаления (литье, формование, спекание, обработка давлением и т.д.).

К аддитивным методам относят формообразование, заключающееся в образовании новых поверхностей путем последовательного добавления объема материала (или материала) к некоторому первоначально сформированному объему (последовательное нанесение концентрических слоев) и поточный синтез (жидкостно-ионные слои) [2].

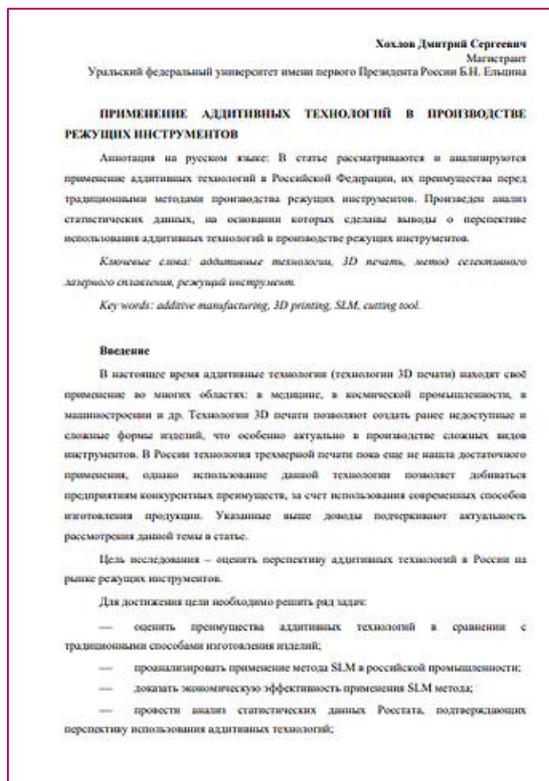
Перспективной отраслью для применения аддитивного производства является авиацион-

ная промышленность [3]. С целью увеличения массы в конструкциях с применением аддитивного производства летают облегченные отверстия (например, в крепежных изделиях), пространственные решетки [4] и монолитные оболочки (конструкции типа монокок), которые имеют высокую жесткость. Уже имеется ряд стандартов авиационной промышленности: ISO/ASTM DIS 32942, DIN 65122, DIN 65123, DIN 65124, DIN 35224, DIN 35225, AMS7002, AMS7011, разработанные зарубежными организациями по стандартизации, и ведутся работы по разработке стандартов, что является показателем значимой прогрессивности аддитивного производства.

В настоящее время большинство исследований в области аддитивного производства посвящено определению отдельных значений свойств материала с минимальной погрешностью измерений, а не оценке общего состояния материала. Перспективным направлением исследований в области аддитивного производства является определение возможности применения материала в сборочных работах для выполнения различного рода соединений в самолетостроении.

При сборке узлов, отсеков и агрегатов из легких сплавов основным неразъемным соединением является заклепочное. Другие соединения в ряде случаев пока еще уступают

Хохлов, Д. С. Применение аддитивных технологий в производстве режущих инструментов/Д.С. Хохлов// Инновации. Наука. Образование.- 2020.-№ 17.-С. 10-20.



В статье рассматриваются и анализируются применение аддитивных технологий в Российской Федерации, их преимущества перед традиционными методами производства режущих инструментов. Произведен анализ статистических данных, на основании которых сделаны выводы о перспективе использования аддитивных технологий в производстве режущих инструментов.

[Читать](#)

Фарниев, А. С., Новиков, П. А.. Анализ свойств материалов, используемых в аддитивных технологиях, и особенности их влияния на формирование внутренних резьб/А. С. Фарниев, П. А. Новиков//Вестник современных технологий. – 2020.-№ 3 (19). – С. 42-46.

В данной статье рассмотрены наиболее распространенные материалы, используемые при формировании изделий по технологиям моделирования методом наплавления (FDM) и лазерной стереолитографии (SLA). Данные технологии позволяют получать детали сложной конфигурации при относительно высокой производительности и низких затратах ресурсов. Материалы, используемые в технологии FDM, являются термопластами - полимерными материалами, способными обратимо переходить при нагревании в высокоэластичное либо вязкотекучее состояние, а материалы, применяемые в SLA технологии - фотополимерные смолы, способные затвердевать при воздействии ультрафиолетового излучения. В статье были описаны основные физико-механические свойства данных материалов и проанализированы преимущества и недостатки применения того или иного вида материала. Исходя из свойств рассматриваемых материалов был сделан вывод о возможности формирования внутренних резьб в изделиях из ABS-пластика, PETG-пластика и «прочной смолы» производителя Formlabs...

[Читать](#)

ВЕСТНИК СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, 2020, №3(19) 42

УДК 678.01

АНАЛИЗ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ, И ОСОБЕННОСТИ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ВНУТРЕННИХ РЕЗЬБ

А.С. Фарниев¹, П.А. Новиков¹

¹ФГАОУ ВО «Североукраинский государственный университет», г. Севастополь, Российская Федерация

Аннотация

В данной статье рассмотрены наиболее распространенные материалы, используемые при формировании изделий по технологии моделирования методом наплавления (FDM) и лазерной стереолитографии (SLA). Данные технологии позволяют получать детали сложной конфигурации при относительно высокой производительности и низких затратах ресурсов. Материалы, используемые в технологии FDM, являются термопластами - полимерными материалами, способными обратимо переходить при нагревании в высокоэластичное либо вязкотекучее состояние, а материалы, применяемые в SLA технологии - фотополимерные смолы, способные затвердевать при воздействии ультрафиолетового излучения. В статье были описаны основные физико-механические свойства данных материалов и проанализированы преимущества и недостатки применения того или иного вида материала. Исходя из свойств рассматриваемых материалов был сделан вывод о возможности формирования внутренних резьб в изделиях из ABS-пластика, PETG-пластика и «прочной смолы» производителя Formlabs. На основании свойств данных материалов можно использовать не только для прототипирования объектов, но и в качестве корпусных деталей, а также могут работать в составе различных устройств. Проанализированы особенности влияния данных материалов на формирование внутренних резьб непосредственно во время печати изделия или в случае механической обработки изделия метчиками. Были сделаны выводы об особенностях формирования внутренних резьб из рассматриваемых материалов и целесообразности их механической обработки.

Ключевые слова: аддитивные технологии, внутренние резьбы, термопласты, ABS-пластик, PETG-пластик, фотополимерные смолы, механическая обработка, метчики

ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF MATERIALS USED IN ADDITIVE TECHNOLOGIES AND THE PECULIARITIES OF THEIR INFLUENCE ON THE FORMATION OF INTERNAL THREADS

A.S. Farniev¹, P.A. Novikov¹

¹Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

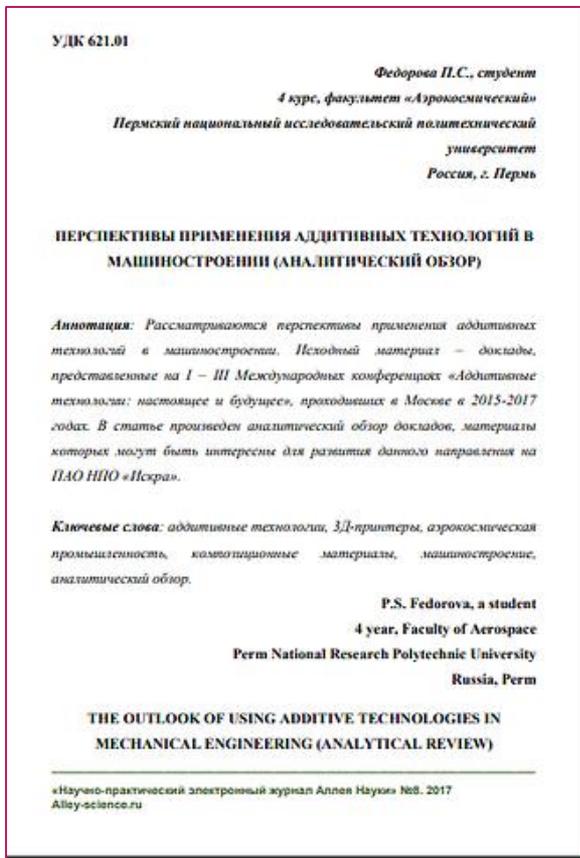
Abstract

This article discusses the most common materials used in the formation of products using fused deposition modeling (FDM) and laser stereolithography (SLA) technology. These technologies make it possible to obtain parts of complex configuration with a relatively high productivity and low resource costs. The materials used in the FDM technology are thermoplastics - polymeric materials that can reversibly pass when heated to a highly elastic or viscous state, and the materials used in SLA technology are photopolymer resins that can harden when exposed to ultraviolet radiation. The main physical and mechanical properties of these materials were described and the advantages and disadvantages of using one or another type of material were analyzed. Based on the properties of the materials under consideration, it was concluded that it is possible to form internal threads in products made of ABS plastic, PETG plastic and "durable resin" manufactured by Formlabs. Due to their properties, these materials can be used not only for prototyping objects, but also as body parts, and can work as part of various devices. The features of the influence of these materials on the formation of internal threads directly during the printing of the product or in the case of mechanical processing of the product with taps are analyzed. Conclusions were made about the features of the formation of internal threads from the materials under consideration and the feasibility of their mechanical processing.

Keywords: additive technologies, internal threads, thermoplastics, ABS plastic, PETG plastic, photopolymer resins, machining, taps.

JOURNAL OF MODERN TECHNOLOGIES, 2020, № 3(19)

Федорова, П. С. Перспективы применения аддитивных технологий в машиностроении (аналитический обзор)/П. С. Федорова//Аллея науки. - 2017.- Т. 1.-№ 8.-С. 447-454.



Рассматриваются перспективы применения аддитивных технологий в машиностроении. Исходный материал - доклады, представленные на I - III Международных конференциях «Аддитивные технологии: настоящее и будущее», проходивших в Москве в 2015-2017 годах. В статье произведен аналитический обзор докладов, материалы которых могут быть интересны для развития данного направления на ПАО НПО «Искра».

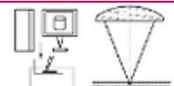
[Читать](#)

Григорьянц А. Г., Лутченко А.В. Современные проблемы развития аддитивных технологий в машиностроении/А. Г. Григорьянц, А. В. Лутченко//Научоемкие технологии в машиностроении.-2022. - №8.- С. 27-30

Рассмотрены основные этапы развития технологий аддитивного производства в МГТУ им. Н. Э. Баумана, отражающие становление этого прогрессивного технологического процесса в России. Представлена необходимость серийного производства отечественных установок.

[Читать](#)

Аддитивные технологии и лазерная обработка



Научные технологии в машиностроении. 2022. №8 (134). С. 27-30.
Science intensive technologies in mechanical engineering. 2022. №8 (134). P. 27-30.

Научная статья
УДК 621.373.820
doi: 10.30957/2223-4808-2022-8-27-30

Современные проблемы развития аддитивных технологий в машиностроении

Александр Григорьевич Григорьянц¹, д.т.н.,
Александр Васильевич Лутченко², руководитель комплекса
¹Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия
²Фундаментальный институт, г. Москва, Россия
¹mg12@bmeba.ru, <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>
²Lutchenko_AV@phs.ru, <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Аннотация. Рассмотрены основные этапы развития аддитивных технологий в МГТУ им. Н.Э. Баумана, отражающие становление этого прогрессивного технологического процесса в России. Представлена необходимость серийного производства отечественных установок.
Ключевые слова: аддитивные технологии, стереолитография (SLA), лазер, порошковый металлургический комплекс.

Для цитирования: Григорьянц А.Г., Лутченко А.В. Современные проблемы развития аддитивных технологий в машиностроении // Научные технологии в машиностроении. – 2022. – №8 (134). – С. 27-30. doi: 10.30957/2223-4808-2022-8-27-30

Original article

Modern problems of technological development of additive techniques in mechanical engineering

Alexander G. Grigoryants¹, Dr. Sc. Tech.,
Alexander V. Lutchenko², head of the complex
¹Baumans Moscow State Technical University, Moscow, Russia
²Fundamental Institute, Moscow, Russia
¹mg12@bmeba.ru
²Lutchenko_AV@phs.ru

Abstract. The main stages of the development of additive manufacturing technologies in Russian Moscow State Technical University, reflecting the formation of this progressive manufacturing activity, in Russia, are viewed. The need for mass production of domestic installations is demonstrated.
Keywords: additive technique, stereolithography (SLA), laser, powder growth, laser complexes.

For citation: Grigoryants A.G., Lutchenko A.V. Modern problems of technological development of additive techniques in mechanical engineering. / Science intensive technologies in Mechanical Engineering. 2022. no 8 (134), pp. 27-30. doi: 10.30957/2223-4808-2022-8-27-30

© Григорьянц А.Г., Лутченко А.В., 2022 27

Киричек, А. В., Федонин О. Н., Хандожко А. В., Жирков А. А., Соловьев Д. Л., Баринов С. В. Гибридные технологии и оборудование аддитивного синтеза изделий/А. В. Киричек, О. Н. Федонин, А. В. Хандожко, А. А. Жирков, Д. Л. Соловьев, С. В. Баринов//Научно-технические журналы в машиностроении. – 2022. -№ 8. (134) – С. 31-38



Приведен сравнительный анализ современных технологий аддитивного синтеза изделий, реализуемых посредством специализированного гибридного оборудования, позволяющего последовательно или параллельно-последовательно совмещать процессы синтеза, механической обработки резанием или деформационного упрочнения. Выявлены существенные преимущества гибридных технологий аддитивного синтеза

Читать

Смоленцев, В. П. Ненахов Н. Н. ,Извеков А. А,Стародубцев, И. Г.
Аддитивные технологии изготовления инструмента для
комбинированных методов обработки/В. П. Смоленцев, Н. Н.
Ненахов, А. А. Извеков, И. Г. Стародубцев//Научно-технические технологии в
машиностроении. – 2022. - № 7(133). – С. 3-8.

Рассмотрены вопросы аддитивной технологии применительно к комбинированным методам изготовления инструмента при воздействии на процесс электромагнитного и других видов полей. Предложены пути решения проблемы управления эксплуатационными характеристиками за счет создания деталей из сопряженных слоев, свойства которых формируют путем оптимизации технологических режимов.

[Читать](#)



**Благодарим за
внимание !**

