

Применение 3D-печати в современном строительстве

Николенко Анастасия Максимовна

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В статье рассматриваются примеры использования 3D-печати в современном строительстве: от создания уникальных архитектурных проектов до строительства целых зданий и сооружений. Описывается опыт различных компаний, таких как Totalkustom, “Спецавиа” и “WinSun”, которые используют 3D-печать в своей работе. Освещаются возможности, преимущества и недостатки технологии, а также перспективы в строительной отрасли.

Ключевые слова: 3D-печать, 3D-принтеры, строительство, современные технологии.

The use of 3D printing in modern construction

Nikolenko Anastasia Maksimovna

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The article discusses examples of the use of 3D printing in modern construction: from the creation of unique architectural projects to the construction of entire buildings and structures. The experience of various companies such as Totalkustom, Spetsavia and WinSun, which use 3D printing in their work, is described. The opportunities, advantages and disadvantages of the technology, as well as prospects in the construction industry are highlighted.

Keywords: 3D printing, 3D printers, construction, modern technologies.

Введение

В современном мире строительная отрасль постоянно развивается и ищет новые технологии для ускорения и упрощения процесса строительства. Одной из таких технологий является 3D-печать.

В своих статьях А.Е. Заседа, А.С. Подшивалов, Н.А. Насонова описывают процесс работы со строительными 3D принтерами и аддитивные технологии [1]. Ю.Р. Царькова, О.В. Внукова и Ю.А. Кузнецова рассматривают возможности применения 3D печати в строительстве [2].

В.С. Поддубная представляет новую технологию 3D печати для строительства [3]. В.С. Будаев и М.С. Дубенский изучают 3D печать в

современном строительстве. [4]. М.Р. Романов, Н.А. Жарков, Ю.В. Зайнашева анализируют преимущества технологии 3D печати [5]. В своей работе А.Ю. Добрышкин и

А.С. Старкова представляют различные виды строительных 3D принтеров и их характеристики [6]. Н.И. Михайлов исследует применение 3D принтеров в строительстве и рассматривает перспективы развития этой технологии [7].

Цель исследования: рассмотреть использование 3D-печати в современном строительстве.

Статья исследует использование 3D-печати в современном строительстве и ее потенциал.

3D-печать в строительном секторе является инновационной технологией, позволяющей создавать различные элементы сооружений с использованием специальных принтеров. Эти принтеры используют цифровые модели для создания деталей из различных материалов, обеспечивая высокую точность и качество продукции.

3D-печать стала обсуждаться в 80-е годы прошлого века, и первый в мире 3D-принтер создали в 1986 году. 2014 год был важным для строительной индустрии, когда китайская компания заявила о строительстве десяти домов в день. Среди основных методов 3D-печати, применяемых в строительстве, выделяют спекание (выборочное спекание), напыление (компонентное склеивание, стереолитографию) и послойное выдавливание вязкой рабочей массы.

При использовании 3D-печати применяется смесь на основе цемента, которая обладает характеристиками, аналогичными бетону марки М250, широко используемому в строительстве. Эта смесь совместима с бетоном М250, что позволяет в зависимости от условий (сейсмическая зона) создавать самонесущие стены, перегородки или несъемные опалубки для колонн. Таким образом, возможно возведение зданий, спроектированных с применением технологии железобетонного каркаса с учетом всех необходимых расчетов. Для улучшения свойств смеси и обеспечения ее надежного сцепления с поверхностью в процессе 3D-печати в состав добавляются специальные компоненты. Эта бетонная смесь может применяться только при положительных температурах внешней среды. В холодное время года для поддержания необходимой температуры требуется установка специальных тепляков. Из-за низкой температуры могут возникать проблемы с поддержанием необходимой температуры, что приводит к остановке процесса 3D-печати. Тем не менее, данная смесь обладает свойствами, позволяющими делать перерывы в работе и возобновлять процесс печати позднее.

Применение 3D-печати

Создание уникальных архитектурных элементов с помощью 3D-печати. Эта технология позволяет создавать сложные и нестандартные детали, которые сложно и дорого создавать вручную [1].

Использование 3D-печати для строительства домов и зданий. Принтеры могут создавать стены, фундамент и другие элементы зданий из специального бетона или других материалов, что снижает стоимость и ускоряет процесс строительства.

Восстановление и реконструкция архитектурных объектов с помощью 3D-печатных копий утраченных или поврежденных элементов, что позволяет сохранить историческую ценность зданий.

Использование 3D-печати для прототипирования и тестирования. Она позволяет быстро создавать масштабные модели зданий и их элементов для проверки и испытаний перед началом строительства, сокращая время и снижая риск ошибок [1].

Создание временных и нестандартных строительных объектов с помощью 3D-печати. Она может использоваться для создания временных строений, таких как палатки, павильоны, выставочные стенды, а также для создания нестандартных форм и структур, которые трудно реализовать традиционными методами [2].

Применение 3D-печати распространяется на многие сферы, включая литейное производство, автомобильную промышленность, медицину, аэрокосмическую отрасль, высшие учебные заведения, научно-исследовательские институты, создание прототипов в промышленном дизайне, строительстве, архитектуре и других областях [2].

Преимущества и недостатки 3D печати

Преимущества 3D-печати в строительстве включают высокую скорость независимо от сложности объекта, минимальное количество обслуживающего персонала, быстроту и точность печати деталей или конструкций, дешевизну создания объектов с оригинальным дизайном по сравнению с традиционными методами строительства, и значительное снижение потребности в человеческом труде [3].

Недостатки традиционных строительных методов включают длительность строительства в зависимости от используемых материалов и архитектурных особенностей, потребность в большом количестве специалистов разных профилей, подсобных рабочих и других сотрудников, ограниченность выбора строительных материалов, недостаточную развитость законодательства для массового применения 3D-строительства, а также возможность обрушения конструкции из-за ошибок в работе с принтером [3].

Типы принтеров

Роботизированные 3D-принтеры - это автоматические устройства с гибкостью и мобильностью благодаря роботизированным "рукам" с шарнирными соединениями, которые могут двигаться вдоль и вокруг нескольких осей, и роботизированной платформе для печати, которая может вращаться и наклоняться. В работе с такими принтерами используются технологии экструзии (например, для полимеров, бетона, непрерывного

углеродного волокна и т.д.), а также процессы направленного осаждения материала [4].

Портальные системы являются наиболее распространенным типом 3D-принтеров. Они состоят из системы движения, системы экструзии, портативного смесительного устройства, системы подачи материала, блока управления, системы контроля и системы безопасности. Сегодня единственная портальная технология, не основанная на методе экструзии - это D-образный 3D принтер Дини, который использует метод распыления материала [4].

3D-принтеры с дельта-приводом, которые являются разновидностью портальных 3D-принтеров. Идея нашла широкое применение в 3D-принтерах, работающих с пластиками по технологии FDM [4].

Мобильные 3D-принтеры оснащены роботизированной рукой-манипулятором, установленной на шасси, которая может перемещаться самостоятельно или с помощью крана [4].

Гибридные конструкции:

комбинация портального 3D-принтера и робота;

управление печатающего 3D-принтера с использованием полярных координат и перемещением по высоте происходит за счет использования телескопического устройства [4].

3D-принтеры компании большого формата используются для печати элементов декора, оформления фасадов зданий, входных групп, окон и интерьера. Они работают по технологии FDM, используя широкий спектр термопластиков [4].

Методы 3D-печати

Распыление связующего - это простой способ 3D-печати. Он использует связующий агент для соединения различных слоев детали. В качестве исходного материала используется порошок, который принтер аккуратно наносит тонким слоем. Этот метод подходит для различных материалов, включая песок, определенные типы полимеров, металлические порошки и металлокерамику. Это один из самых доступных методов 3D-печати, позволяющих создавать большие объемы продукции за короткий промежуток времени [5].

Распыление материала - это метод струйной 3D-печати. Принтер использует капли жидкого материала для создания каждого слоя. Этот метод позволяет использовать различные типы материалов в одном объекте.

Экструзия материала - это обычный промышленный процесс, в котором материал проходит через небольшое сопло, где он нагревается до точки плавления и затем наносится по заданной траектории, создавая слой. Обычно в этом процессе используются пластмассы и композитные материалы [5].

Кубическая полимеризация - это уникальный метод 3D-печати, использующий источник света для затвердевания фотополимерной смолы. Для этого процесса подходит только фотополимерная смола, что обеспечивает

высокую чистоту поверхности и позволяет создавать сложные геометрические формы [5].

Порошковый метод - это перспективный метод 3D-печати. Он работает путем фокусировки источника тепла на небольшом участке для плавления слоев порошкообразного материала. Этот метод работает с большинством термопластичных материалов, керамикой и металлами, обеспечивая исключительную точность размеров до 0,3 процента. Некоторые из наиболее часто используемых методов 3D-печати включают в себя: селективное лазерное спекание (SLS), селективное лазерное плавление (SLM) и электронно-лучевое плавление (EBM) [5].

Прямое выделение энергии - это метод 3D-печати без использования опорных конструкций. Он используется для осаждения и затвердевания слоев материала одновременно. Этот метод основан на применении электронного луча, мощного лазера или плазмы для нагрева и плавления материала вблизи точки его плавления, что позволяет создавать слои [5].

Примеры применения 3D печати

В августе 2014 года компания Totalkustom в США напечатала замок на 3D-принтере. Принтер печатал со скоростью полметра в восемь часов, и на строительство замка ушло два месяца. Основная часть замка была напечатана как единое целое, а башни и другие элементы печатались отдельно [6].

В России активно развивается сфера 3D-печати зданий. Примером может служить компания «Спецавиа», построившая в октябре 2017 года первый жилой дом, полностью напечатанный на 3D-принтере, в Ярославле. Процесс занял около двух лет, из которых только один месяц был потрачен на строительные работы. Благодаря тому, что большая часть здания была заранее напечатана по частям, сборка на месте заняла всего месяц. Затем была создана крыша и проведены отделочные работы, после чего здание было готово к заселению [6].

В 2014 году WinSun, китайская компания, первой построила несколько домов за один день с использованием технологии 3D-печати для изготовления элементов вне площадки. Каждый дом имел площадь 20 квадратных метров и стоимость строительства 4800 долларов США. Компоненты печатали на принтере с высотой 6 метров, шириной 10 метров и длиной 40 метров. Материал, выдавливаемый из сопла, представлял собой смесь бетона, цемента, гипса и армированного стекловолокном пластика. Смесь соединялась вместе с добавкой, которая позволяла бетону затвердевать за несколько дней. 50% использованного материала было получено в результате переработки строительных отходов. Отпечатанные на заводе компоненты транспортировались на строительную площадку, где собирались вместе. Двери и окна не печатали с использованием 3D-технологии [7].

Заключение

В заключении, 3D-печать в строительстве является перспективной технологией, которая может значительно сократить сроки строительства, снизить его стоимость и улучшить качество готовых объектов. Однако, для широкого внедрения этой технологии необходимо решить ряд проблем, связанных с стандартизацией, сертификацией и обеспечением безопасности конструкций. Тем не менее, учитывая быстрый прогресс в развитии 3D печати и растущий интерес со стороны инвесторов, можно предположить, что данная технология будет играть все более значительную роль в строительной отрасли в ближайшие годы.

Библиографический список

1. Заседа А.Е., Подшивалов А.С., Насонова Н.А. К вопросу 3D -печати в строительстве // В сборнике: Современные тенденции и проекты развития информационных систем и технологий. материалы Межрегиональной научно-исследовательской конференции студентов и школьников. Хабаровск, 2022. С. 85-90. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48533676>
2. Царькова Ю.Р., Внукова О.В., Кузнецова Ю.А. Применение 3D -печати в строительстве // В сборнике: Тенденции и инновации современной науки. материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Нефтекамск, 2021. С. 15-18. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46966285>
3. Поддубная В.С. Использование технологии 3D -печати в строительстве // Аллея науки. 2022. Т. 1. № 12 (75). С. 180-187. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53805344>
4. Будаев В.С., Дубенский М.С. 3D –печать в современном строительстве // В сборнике: Россия молодая. Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. Кемерово, 2021. С. 63102.1-63102.5. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47123722>
5. Романов М.Р., Жарков Н.А., Зайнашева Ю.В. 3D –печать в современном строительстве // В сборнике: Научные исследования молодых ученых. сборник статей XVII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 21-24. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48121216>
6. Добрышкин А.Ю., Старкова А.С. Виды 3D-принтеров для 3d печати в строительстве // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы Международной научно-практической конференции. Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре, 2022. С. 129-130. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48152627>
7. Михайлов Н.И. 3D –печать в строительстве // Инженерные исследования. 2021. № 3 (3). С. 28-35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47325739>