

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ 3D ПЕЧАТИ В
АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ 4D
ПРОТОТИПИРОВАНИЯ В АДАПТИВНОЙ АРХИТЕКТУРЕ**

Постановка проблемы. Использование мало эффективных технологий строительства приводит к перерасходу бюджета, ресурсов и времени. Столь громоздкая и сложная система в которой задействовано множество инженеров, строителей, подрядчиков, дорогостоящей техники и материалов будет наиболее уязвима и нестабильна. Внедрение инновационных технологии трёхмерной печати частично решает эти проблемы.

Введение. Существует множество способов печати начиная от торцевой гравюры по дереву, офорта на металле, линогравюре, литографии заканчивая лазерной и струйной печатью. Все существующие способы относятся к тому или иному типу печати. Задолго до изобретения И. Гуттенбергом книгопечатания было всего 3 типа печати: плоская, высокая и глубокая. С развитием технологий появилось ещё два типа - трёхмерная печать и пока мало изученная четырёхмерная печать. Что в результате позволяет разделить печать на 5 типов: плоская, глубокая, высокая, трёхмерная, четырёхмерная. Что изменилось и какие перспективы открывают внедрение технологий трёхмерной печати в архитектуру?

На данный момент существует четыре базовых вида технологий 3D печати: ламинирование - склеивание слоев материала с последующим вырезанием; гранулирование - склеивание или спекание частиц материала; экструдирование - выдавливание расплавленного материала; фотополимеризация - отверждение полимера УФ или лазерным излучением.

Технологии печати

1. Печать по принципу выдавливания материала. 3D Принтеры, которые выдавливают материал FDM (fused deposition modeling) принтеры Stratasys, которые

выдавливают материал через сопло-дозатор слой за слоем.

2. Печать при помощи порошка и лазера (Лазерное спекание) DMLS (Direct metal laser sintering); SLM -Такая технология позволяет использовать следующие материалы для печати: сталь, титан, бронзу, нейлон.

3. Печать по принципу послойной подрезки ламината. Тонкие ламинированные листы материала вырезаются с помощью ножа или лазера, а затем послойно спекаются в трехмерный объект.

4. Стереолитография. Небольшая ванна с жидким полимером. Луч лазера проходит по поверхности, и в этом месте полимер под воздействием УФ поляризуется [1].

Материалы для 3D печати

АВС-пластик известен как акрилонитрилбутадиенстирол. Это один из лучших расходных материалов для 3D печати. Такой пластик не имеет запаха, не токсичен, ударопрочен и эластичен. Температура плавления АВС-пластика составляет от 240°C до 248°C. 3D модели из АВС-пластика долговечны, но не переносят прямой солнечный свет. С помощью такого пластика можно получить только непрозрачные модели.

Акрил используется для создания прозрачных моделей. При использовании акрила необходимо учитывать следующие особенности: для данного материала нужна более высокая температура плавления и он очень быстро остывает и твердеет.

Бетон. В настоящее время наиболее перспективный материал для печати архитектуры.

Бумага. Иногда для послойной печати используется обычная бумага.

Гипс. Модели, изготовленные из гипса, недолговечны, но имеют очень низкую себестоимость.

Деревянное волокно Изобретатель Кай Парти.

Лёд. В 2006 году два канадских профессора получили грант на развитие технологии 3D печати ледяных фигур.

Металлический порошок. В 3D печати очень часто используется порошок из цветных и драгоценных металлов: меди, алюминия, их сплавов, а также золота и серебра.

Нейлон. Печать нейлоном имеет много общего с печатью ABS-пластиком.

Поликапролактон близок по свойствам к биоразлагаемым полиэфирам имеет низкую температуру плавления, быстро затвердевает.

Поликарбонат Поликарбонат обладает высокой светонепроницаемостью, имеет высокую температуру плавления.

Полилактид изготавливается из остатков биомассы, силоса сахарной свёклы или кукурузы.

Полипропилен по сравнению с полиэтиленом низкого давления хуже плавится и лучше противостоит истиранию.

Полифенилсульфон материал пришёл из авиапромышленности напоминает обычное стекло.

Полиэтилен низкого давления – это самый распространённый вид пластмассы в мире из которого изготавливают ПЭТ-бутылки, канистры, плёнки, пакеты и т.д.[2].

Применение трёхмерной печати в архитектуре

Примерно с середины 2000-х годов параллельно друг с другом в различных университетах мира начались исследования, ориентированные на изучение возможности использования 3D печати в строительной сфере. В 2012 году профессор Берох Кошневис (Behrokh Khoshnevis) из Университета Южной Калифорнии провел презентацию своего инновационного проекта – строительство домов с помощью 3D принтера. Для печати домов Кошневис предложил использовать послойный метод создания. В большинстве

современных строительных принтеров заложен его метод - послойного экструдирования.

Строительством полноценного дома в Голландии занимается компания DUS Architects. Печать всех без исключения составных частей дома будет осуществляться на огромном принтере KamberMaker. Это будет трехэтажное здание с мансардой на берегу канала в Амстердаме. В качестве материала для возведения здания будет использован биопластик, который предварительно подвергнут вторичной обработке для измельчения в мелкий порошок. [3]

В апреле 2014 года китайская компания WinSun объявила об успешной печати десяти домов в течение 24 часов. Каждый дом имел площадь в 200 квадратных метров и стоил всего \$4 800. Спустя полгода специалисты компании напечатали пятиэтажное жилое здание и двухэтажный особняк. Оба здания были возведены на территории промышленного парка в провинции Сучжоу. Стоимость проекта \$161000. Двухэтажный особняк был построен по заказу Tomson Group – одного из крупнейших тайваньских риэлторов. Для печати был использован гигантский 3D-принтер высотой в шесть метров, шириной десять и длиной сорок метров. Как понятно из габаритов, специалисты остановились на производстве строительных блоков с последующей сборкой в цельную конструкцию. В качестве материала использовалась смесь, состоящая из цемента, стеклопластика, песка и специального отвердителя. [4] Примечательно, что для производства такого «бетона» широко использовались строительные и промышленные отходы. По словам представителей компании, в ходе эксперимента была достигнута значительная экономия строительных материалов, составляющая порядка 60%. Что же касается экономии времени, то на строительство дома с применением 3D-печати ушло около 30% от времени, необходимого для строительства аналогичного объекта традиционными методами. При этом состав строительной бригады был сокращен в пять раз, что само по себе означает отличную экономию средств

и пониженный риск производственных травм. На данный момент компания обладает 98 патентами, включая сопло-пульверизатор собственной конструкции и автоматическую систему подачи материала. На очереди компании печать десятка аналогичных зданий, предварительный заказ на которые уже оформлен. Более того, Египет заказал сразу 20 000 модульных одноэтажных домов. Для выполнения этого заказа WinSun намеревается соорудить двенадцать мини-фабрик в пустыне и использовать песок в качестве строительного материала.

Необходимо отметить, что дома, построенные компанией WinSun на 3D принтере, имеют целый ряд вопросов: армирования, максимальной высоты печати, устойчивости материала к атмосферным колебаниям, доставки и стоимости принтера. Уже сейчас многие из этих недостатков частично устранены: при армировании используются новые виды композитных арматур более лёгких и прочных (стеклопластиковая и базальтопластиковая арматура), стекловолоконные добавки, армирующие сетки. Стоимость принтера постепенно снижается связи с развитием технологий печати и ростом спроса. Именно трехмерная печать в ближайшей перспективе позволит строить дома, используя местные материалы, которые будут наиболее адаптированы к окружающей среде и погодным условиям региона что повысит надёжность зданий и снизит затраты на строительство [5].

Возможности использования 4D печати в адаптивной архитектуре. Следующий шаг на пути внедрения технологий 3D печати апробация адаптивных материалов, позволяющих реализовать технологию 4D печати. Адаптивная архитектура, напечатанная на 4D принтере, способна взаимодействовать с окружающей средой. Реагируя на те или иные изменения погоды. Это выражается в адаптации и приспособлению структуры [7] к внешним факторам колебания температуры. К примеру, при воздействии яркого излучения, здание будет перестраиваться подобно живому организму затеняя окна от

ультрафиолета и отражая тепло, преобразуя его в энергию, не допуская перегрева. На каждое действие, происходящее внутри или снаружи, здание будет реагировать, изменяя свою структуру, выполняя задачи, связанные с освещением, очисткой воздуха, генерацией энергии. Адаптивные технологии откроют новые возможности в визуально-эстетическом восприятии архитектуры, такие как изменение текстуры поверхности, цвета, размера, формы архитектуры, позволяя ей органично вписываться в окружающий мир, что подтверждается словами Жака Фреско: «Дом будет меняться вместе с ценностями человека с его взглядами на жизнь, знаниями». Концепция 4D-печати была предложена Скайлэром Тиббитсом, который использовал этот подход для создания различных само собирающихся объектов способных запоминать форму, видоизменяясь в пространстве и времени.

Выводы. Внедрение технологии трёхмерной печати значительно упростит процесс строительства сократив количество используемых материалов. На сегодняшний день существуют 3D принтеры, которые позволяют печатать глиняными смесями, различными видами пластиков, продуктами питания, живыми органическими клетками и многими другими удивительными материалами открывая новые возможности применения 3D печати в декоре и архитектуре. В свою очередь технология трёхмерной печати выступает эффективным средством гуманизации окружающей среды [8]. Многие архитекторы древности сопоставляли город с неким организмом, который находится в постоянном взаимодействии и развитии. Технология 4D печати позволяет реализовать идею живого дома, вобрав в себя технологии накопления, генерации энергии и адаптивных материалов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Классификация 3D принтеров (7 технологий 3D печати) [электронный ресурс] Режим доступа: <http://geektimes.ru/post/208906/>.
2. Материалы для 3D-печати [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.>

- orgprint.com/wiki/3d-pechat/materialy-dlja-3d-pechati.
- 3D принтеры, печатающие дома [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.fotokomok.ru/3d-printery-pechatayushhie-doma/>.
 - 3D-печатные дома в Шанхае за один день построили 10 домов. [электронный ресурс] Режим доступа: <http://3dtoday.ru/industry/3d-pechatnye-doma-v-shankhae-za-odin-den-postroili-10-domov.html>.
 - [электронный ресурс] Режим доступа: <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/shanghai-company-winsun-has-printed-a-fivestorey-house-and-mansion/>.
 - Технология 4D-печати [электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.popmech.ru/technologies/14928-tekhnologiya-4d-pechati/>
 - Литовко В. С. Применение графической структуры орнамента в параметрической архитектуре // Науковий вісник будівництва //Харьков ПФ «Михайлов» –2014. – С. 13-14.
 - Литовко В. С. Принципы гуманизации депрессивных областей архитектурной среды. // Науковий вісник будівництва //Харьков ПФ «Михайлов» –2014. –С. 41-45.

УДК 72.01

Данилов С. М.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

АРХИТЕКТУРА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ - ЭКОЛОГИЯ, ЭКОНОМИКА, СОЦИУМ

Постановка проблемы

Архитектурное сооружение с момента его возведения становится частью окружающей среды. Это означает, что для архитектуры очень важны стабильность, надежность и длительность условий, в которых будет протекать жизнь созданного объекта. В условиях стремительного роста знаний и развития технической базы скорость мутаций инновационной архитектуры выросла настолько, что вышла в области неуправляемого информационного хаоса. Поэтому следует всегда помнить тот факт, что практически ни одна экологическая технология в архитектуре не просуществует более 30 лет, в то время, когда архитектурное сооружение должно, как минимум, перейти в следующее столетие. Мы не можем предсказать какими будут технологии 2045 года и поэтому современные архитектурные школы должны охранить и приумножить наследие, полученное от сотен поколений архитекторов прошлого. Ядро профессии, формировавшееся тысячелетиями, остается прежним и инновации в нем занимают достойное, но не главное положение.

Степень разработанности проблемы

В исследовании предлагаемой в данной статье проблемы анализировались работы А.Н. Тетиора [1], М.В. Гальперина [3], М.Н. Тихонова [4], В.И. Данилова-Данильян [5], А. Б. Борисова [6] О.А. Фоменко [9] и некоторых других. Проведенный в настоящей статье анализ указывает на проблемы формирования инновационной архитектурной среды под воздействием факторов экологии, экономики и социума.

Результаты исследования

В наше время мировые кризисы стали вызовом существованию цивилизации, поэтому так важны ориентиры, помогающие не потеряться в стремительно проходящих изменениях. На текущем этапе рассмотрения проблемы одним из таких ориентиров является концепция «Устойчивого развития». В последние годы в ООН предложено интегральное понятие «устойчивое развитие» (всей Земли, страны, района, места расселения), которое объединяет большинство основных проблем сохранения и восстановления природы и обеспечения достойной жизни