

Муртазин Андрей Ринатович

студент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный

строительный университет»

г. Москва

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

ДОМОВ С ПОМОЩЬЮ 3D-ПРИНТЕРА

Аннотация: данная статья посвящена анализу особенностей применения аддитивных технологий в строительстве. Проведено сравнение исследуемой технологии с традиционной технологией. Отмечены положительные факторы и перечислены отрицательные факторы применения аддитивных технологий.

Ключевые слова: инновационные технологии, строительство, 3D-принтер.

Строительство – это та сфера производства, которая постоянно развивается и совершенствуется. Все мы привыкли к традиционным технологиям строительства, когда большая часть работы выполняется вручную. Сейчас же, благодаря техническим инновациям, появились аддитивные технологии, суть которых заключается в соединении материалов для послойного создания 3D моделей и объектов. Применение данных технологий реализуется с помощью 3D-принтера.

Технология строительной 3D-печати:

1. Строительный 3D-принтер.
2. Мобильный автоматизированный комплекс подготовки и подачи смеси.
3. Программное обеспечение.
4. Силос для хранения сухой смеси.

Примером реализованного проекта с помощью данных технологий служит дом площадью 38 м², построенный в подмосковном Ступино зимой 2017 года на территории завода ячеистого бетона американской компанией Aris Cor при помощи шести российских компаний.



Рис. 1. Построенный дом в Ступино

Для наглядной демонстрации гибких возможностей оборудования была выбрана сложная геометрическая форма дома (рис. 1), а само строительство велось зимой. Как заявляют инженеры компании, оборудование выдерживает морозы до -35°C , но в связи с тем, что бетонирование возможно только при $+5^{\circ}\text{C}$, то все процессы велись под тентом, где был создан необходимый температурно-влажностный режим.

Технология строительства очень проста, с помощью экструдера происходит непрерывная подача бетонной смеси марки М250, класса прочности В20 на основе портландцемента М500 с различными добавками (стекловолокно, полимерная фибро-стружка). Высокоточным позиционированием головки принтера происходит послойный процесс печати, слой за слоем, причём нижележащие слои уплотняются по мере наращивания стен. Внутреннее пространство стены армируют и заполняют пенобетоном. Для непрерывного бетонирования необходимо следить лишь за наличием смеси.

В отличие от большинства строительных 3D-принтеров, основанных на портальной системе, данный вариант сделан в виде телескопического манипулятора на вращающейся платформе, что обуславливает возможность печатать здания изнутри. Также такая конструкция имеет малый вес, достаточно мобильна и легко транспортируется.

Дом в Ступино является первым домов в России, построенным с помощью аддитивных технологий. Его стоимость составила почти 600 000 рублей, это примерно 16 000 рублей за квадратный метр, а если бы геометрическая форма дома была прямоугольной, то цена снизилась бы до 13 000 рублей. К сожалению, на данный момент дом утилизировал.

Сейчас многие страны занимаются разработками и экспериментами в этой области строительства, но надо отдать должное китайским разработчикам компании Shanghai WinSun Decoration, создавших технологию, по которой было отпечатано 10 домов площадью 200 м² каждый за сутки. Принцип реализации остаётся тот же – послойное экструдирование, но в качестве материала они предлагают использовать экологически чистые промышленные отходы, мусор и цемент, усиленный стекловолокном, это непременно удешевляет весь процесс строительства.

Облегчённая композитная арматура выигрывает у обычной не только по ряду прочностных характеристик, но и имеет меньший вес и легче монтируется. Для печати использовался габаритный принтер длиной около 150 метров, шириной 10 метров и высотой 6,5 метров. Себестоимость такого дома составляет 5000 долларов, это 290000 рублей. Да, дом бюджетный и имеет недостатки дешёвого жилья, но это огромные перспективы на рынке быстровозводимого жилья.

Компания не остановилась на достигнутом и построила пятиэтажный дом, элементы конструкции которого были напечатаны на 3D-принтере и роскошную виллу площадью 1100 квадратных метров.

На основе материальных данных о строительстве с помощью 3D-принтера я хочу провести сравнительный анализ результата применения аддитивных инноваций по сравнению с традиционным методом строительства.

В качестве примера возьму жилое здание площадью 100 м², в одном случае построенное из газоблоков, а в другом с помощью 3D-принтера табл. 1, 2 и рис. 2.

Таблица 1

Строительство из газоблоков	Строительство с помощью 3D-принтера
1. Изготовление блоков на заводе	1. Сырьё для строительства изготавливается сразу на стройплощадке
2. Доставка блоков на место строительства	2. Два человека для контроля процесса печати
3. Кладка блоками – 1,5 месяца	3. Печать стен здания – от 2 до 3 дней
4. Необходимость в дополнительном утеплении	4. Отсутствие мусора и отходов
5. Большое количество строительного мусора	5. Здание готово к финишной отделке
6. Дополнительные инструменты и стройматериалы	6. Минимальные погрузо-разгрузочные работы

Таблица 2

Наименование материалов	Газоблоки	3D-принтер
1. Логистика материалов	–	Меньше в 4 раза
2. Материал, на 1 м ³	1 м ³	0,267 м ³ смеси
3. Скорость строительства 1 м ³ стеновой конструкции	3,6 чел/часа	0,85 маш/часа (Увеличение скорости до 6 раз)
4. Стоимость стены на 1 м ³	4400 рублей	1550 рублей (Снижение затрат в 2,8 раза)

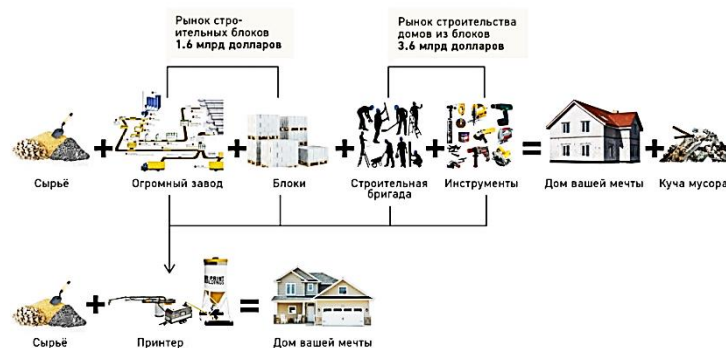


Рис. 2. Сравнение вариантов строительства дома

На примере сравнительного анализа хочу отметить следующие положительные факторы применения аддитивных технологий:

1. Автоматическая подача и смешивания бетонной смеси.
2. Безотходное производство на строительной площадке в связи отсутствия мусора.
3. Свободный выбор толщины и конфигурации стен.

4. Улучшение теплоизолирующих свойств, за счёт воздушной прослойки в многокамерных стенах.

5. Благодаря специальным добавкам в бетонной смеси на дом не влияют погодные условия.

6. Меньшая стоимость, чем аналога, возводимого из бетона по традиционным технологиям в 2–3 раза.

7. Отсутствие опалубки.

8. В качестве утеплителя можно применять любой подходящий материал.

9. Высокая скорость строительства (Уменьшение сроков до 60%).

10. Низкая стоимость 1 м², что делает это доступным для малообеспеченных слоёв населения (Бюджетное жильё).

11. Исключение выполнения опасных и сложных работ.

12. Обеспечение экологической чистоты окружающей среды.

13. Возможность быстрого обеспечения жильём после чрезвычайных происшествий.

14. Высокая точность и геометричность конструкции.

15. Исключение образования воздушных пустот в конструкции.

16. Экономия средств на ручном труде.

17. Возможность использования экологических материалов.

18. Возможность реализации идей для бизнеса.

К отрицательным факторам я бы отнёс следующие критерии:

1. Отсутствие вертикальной арматуры в стенах, встаёт вопрос о надёжности конструкции стены при работе на изгиб.

2. Отсутствие на данном этапе разработки монтажа инженерных систем.

3. Малая толщина печатаемого слоя (3–4 см), что создаёт сомнения у людей в плане прочностных характеристик и надёжности.

Сейчас представить себе строительную площадку без прорабов и рабочих очень сложно. Но технологии не стоят на месте, а технологический прогресс усовершенствует все отрасли нашей жизни. Технология строительства домов с помощью 3D-принтера только на начальных этапах развития, ей предстоит ещё

много различных доработок как по решению конструктивных, так и организационных задач, но всё же, перспектива развития очевидна и будущее уже за ней.

Список литературы

1. 3D-принтеры, печатающие дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fotokomok.ru/3d-printery-pechatayushhie-doma>
2. Строительный 3D-принтер. Новая технология строительства домов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/257514/stroitelnyiy-d-printer-novaya-tehnologiya-stroitelstva-domov>
3. Топ-6 строительных принтеров для 3D-печати домов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/pub/1718/top-6-stroitelnyh-printerov-dlya-3d-pechati-domov>
4. Строительство домов методом 3D-печати [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://otdelka-expert.ru/novosti/stroitelstvo-domov-metodom-3d-pechati>