

УДК 698: 721.05

Дорофеев Е. П.
masterfighters@yandex.ru; 006091@pnu.edu.ru
ТОГУ, Хабаровск, Россия

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Абстракт. Рассматриваются Вопросы применения современных аддитивных технологий в строительстве на примере существующих зданий, с применение различных технологий производства. В качестве развития данной технологии предлагается формирование комплексного решения 3D печати зданий с автоматизацией процессов заполнения пустот, размещение арматуры и прочих строительных технологический процессов.

Ключевые слова: Аддитивные технологии, 3D принтер, 3D печать, строительный 3D принтер, строительство, здания.

Введение. Современные технологии все чаще находят свое применение в строительстве и архитектуре, в частности «Аддитивные» – технологии послойного наращивания и синтеза объектов. На сегодняшний день существует достаточное количество реализованных проектов, позволяющих выделить данную технологию в отдельную, перспективную область архитектуры и строительства.

В качестве примеров использования аддитивных технологий в строительстве можно привести такие объекты как: Офисное здание в г. Дубае (Объединенные арабские эмираты) площадью 250 кв. м. Полностью напечатанное за 19 дней и это с учетом оформления интерьеров и подключения всех коммуникаций (рис. 1). К 2025 г. В Дубае планируют построить целый квартал напечатанных на 3D зданий.



Рисунок 1. Офисное здание в г. Дубае [1]

Российские разработчики также не отстают от мировых трендов, так в подмосковном г. Ступино Был напечатан жилой дом площадью 38 кв. м. всего за 24 часа. В отличии от примера в Дубае, здание напечатано полностью, а не собранно из ранее распечатанных элементов. Так же стоит отметить, что и сам прин-

тер – разработка Российского инженера из Иркутской области, Никиты Чен-юн-тай (рис.2).



Рисунок 2. Первое полностью отпечатанное на строительной площадке здание площадью 37 кв. м. [2]

Может показаться, что данный пример немного уступает предыдущему, то только по той причине, что это здание является демонстрационным образцом, призванный показать, возможности данной технологии.



Рисунок 3. Г. Дубаи (ОАЕ), самое большое здание, отпечатанное непосредственно на строительной площадке [3]

Самое большое, напечатанное здание, в мире площадью 600 кв. м. Реализованное уже известным вам инженером Никитой Чен-юн-тай из Иркутской области. Следует отметить, что данное сооружение вошло в Книгу Рекордов Гиннеса (рис. 3).

Среди преимуществ можно отметить, что технология 3D печати зданий не имеет явных ограничений, не по размерам не по форме сооружений и позволяет печатать как малые архитектурные формы, так и целые кварталы в комплексе. Еще одно из достоинств – это скорость возведения, рассчитываемое в машина-часах, что говорит о минимальном участии человека, и снижении количества брака и ошибок, связанных с «человеческим фактором» Опять же, минимизируя число участников строительства, по мимо рисков снижается и стоимость работ, в некоторых случаях достигая до 50%. Минимизируется количество строительной техники на строй площадке, снижается уровень загрязнения, как строй площадки, так и прилегающих территорий. В разы снижается уровень шума связанный с классическими технологиями строительства. Производство менее травма опасно.

Из Аддитивных технологий в строительстве можно выделить несколько направлений, как в кинематике, так и в самой технологии печати. Более распространена технология печати специализированными строительными смесями, на пример смесь «Apis Cor» на цементной основе, являющаяся аналогом бетона мар-

ки М250 класс прочности В20. Так же используются геополимерные смеси. Манипулятор выдавливает смесь, постепенно формируя контуры здания, послойно наращивая высоту, согласно предварительно заложенной программе. Внутреннее пространство стены как правило пустотелое и может быть заполнено утеплителем. Эта технология отчасти переключается с монолитным строительством, но в качестве преимущества не требует возведения опалубки (рис. 4).



Рисунок 4. Процесс печати пустотелой стены с применением специализированной цементной смеси [4]



Рисунок 5. Процесс печати с использованием пенополиуретана (технология несъемной опалубки) [4]

Еще одна технология, нанесение двух компонентного теплоизолирующего состава на основе пенополиуретана. В этом случае можно провести параллель с технологией «несъемная опалубка» когда утеплитель выступает в роли опалубки а пустоты заполняются бетоном (рис.5).

В обоих случаях требуется ручная укладка арматуры и заполнения пустот, что делает процесс не полностью автоматическим.

По сути данная технология является симбиозом: руки-манипулятора, бетононасоса либо пенообразователя и печатающей головки 3D принтера. Так же существуют транспортеры, на тех же принципах кинематики, раскладывающие кирпичи, либо блоки, но в силу более сложного процесса в данной статье не рассматриваются.

Среди «кинематик», рука манипулятор является более предпочтительной, в силу своей мобильности как в доставке на строй площадку, так и в размещении в разных ее участках, что не навязывает ограничений на площадь и конфигурацию здания. Так же существуют строительные принтеры решенные в формате «козлового крана» В целом технологические принципы схожи, но данные сооружения менее мобильны и больше подходят для печати в заводских условия, что в некоторых случаях тоже является достоинство, т.к. позволяет осуществлять техноло-

гический процесс в оптимальных условиях и осуществлять контроль качества на более высоком уровне.

Недостатки аддитивных технологий в строительстве сводятся к: относительной сложности, работы с оборудованием. Недостатком квалифицированных кадров. Слабо развитый рынок печатных смесей. Не полностью автоматизированный процесс, как правило арматура раскладывается вручную, пустоты заполняются утеплителем, либо бетоном, в зависимости от технологии, не в рамках производственного цикла. Так же присутствуют проблемы, связанные непосредственно с строительными технологиями не рассматриваемые в этой статье

Заключение. Конечно же технология 3D печати в целом и печати зданий в частности, не лишены детских болезней, в силу своей молодости. Но параллельность развития технологий, их взаимопересечение, а так же темпы развития позволяют с уверенностью прогнозировать развитие и востребованность технологии 3D печати в строительстве.

Библиографические ссылки на источники:

1. К 2025 году в Дубае построят квартал напечатанных на 3D-принтере зданий. [Электронный ресурс] // Московская перспектива – URL: <https://mperspektiva.ru/topics/k-2025-godu-v-dubae-postroyat-kvartal-naпечатанныkh-na-3d-printere-zdaniy/> (дата обращения: 25.01.2020)
2. В Ступино напечатан дом на 3d-принтере [Электронный ресурс] // Go&Make – URL: <https://gomake.ru/blog/v-stupino-naпечатан-dom-na-3d-printere> (дата обращения: 25.01.2020)
3. Уроженец иркутска по заказу властей Дубая напечатал дом на 3d-принтере. [Электронный ресурс] // Город – URL: <http://tkgorod.ru/news/19734> (дата обращения: 25.01.2020)
4. Первый мобильный строительный 3d-принтер [Электронный ресурс] // 3d Pulse – URL: <https://www.3dpulse.ru/news/stroitelstvo/pervyi-mobilnyi-stroitelnyi-3d-printer/> (дата обращения: 25.01.2020)

Dorofeev E. P.

masterfighters@yandex.ru; 006091@pnu.edu.ru
PNU, Khabarovsk, Russia

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

Abstract The issues of the application of modern additive technologies in construction are considered on the example of existing buildings, using various production technologies. As a development of this technology, it is proposed the formation of an integrated solution for 3D printing of buildings with automation of the processes of filling voids, the placement of valves and other construction technological processes.

Keywords: Additive technologies, 3D printer, 3D printing, 3D building printer, construction, buildings.