

DOI: 10.12737/article_5926a0597879f0.60859363

*Дребезгова М.Ю., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

СОВРЕМЕННЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

mdrebezgova@mail.ru

На сегодняшний день во всех сферах нашей жизни на первый план выходит поиск новых, более современных методов и технологий, отвечающих принципам устойчивого развития. Новые подходы должны быть более эффективными с точки зрения сохранения небезграничных ресурсов нашей планеты, иметь минимальное влияние на окружающую среду, а также обеспечивать более высокое финальное качество продукции. Строительство не является исключением. Одной из новых перспективных технологий в малоэтажном строительстве является технология 3D-печати. 3D-печать – это процесс воссоздания реального объекта по образцу 3D-модели. Уникальная возможность этой технологии позволит существенно сократить затраты за счет снижения расходов материалов и повышения производительности, откроет новые творческие подходы для создания разнообразных архитектурных решений и др.

Ключевые слова: *трехмерная печать, аддитивные технологии, 3D-печать, строительство.*

Введение. Одним из технологических «прорывов» современности являются инновационные цифровые технологии, в частности, трехмерная печать. Со времени своего появления за период около полувека цифровые 3D-технологии достигли колоссального уровня развития. Сегодня они прогрессируют очень быстро и проникают почти во все сферы деятельности человека [1–6]. В строительстве малоэтажных зданий с помощью 3D-печати можно реализовать практически любые идеи, добиться наилучшей архитектурной выразительности объектов. Несмотря на многие положительные особенности 3D-печати, внедрение данной технологии в России ещё не достигло значительного уровня.

Основная часть. Аддитивные технологии в строительстве (технологии 3D-печати) в целом

повторяют традиционное возведение зданий и сооружений. Работы также начинаются с разработки общей концепции здания или сооружения, составления рабочего проекта и подбора материалов. Начальные этапы строительства могут предусматривать использование компьютерного моделирования, но при непосредственных монтажных мероприятиях обязательно будут задействованы мощности вычислительных машин [7]. Для возведения конкретных конструкций требуется корректировка состава бетонной смеси, на основе которой будут возводиться, например, стены. Современные строительные 3D-принтеры предусматривают не только возможность устраивать различные по конфигурации сооружения, а также дополнять этапы строительства изоляционными и отделочными работами.

ПРЕИМУЩЕСТВА АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЭКОНОМИЧНОСТЬ	Связана с сокращением трудозатрат, сроков строительства, расходов строительных материалов.
ЭКОЛОГИЧНОСТЬ	Сокращение до минимума отходов строительного производства, снижение влияния на окружающую среду.
АРХИТЕКТУРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	Возможность воплотить в жизнь любые идеи архитекторов и дизайнеров.
ГЕОМЕТРИЯ, КАЧЕСТВО	Печать не дает никаких отклонений по углам, ведется строго по проекту. Точная геометрия в 3D-плоскостях в соответствии с заданной в компьютере программой (до 0,5 мм).
СКОРОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА	Средняя скорость печати современного строительного принтера составляет 7–10 м/мин.
ЭКОНОМИЯ ТРУДА	Вместо строительной бригады будет достаточно двух-трех работников, чтобы обслуживать 3D-принтер.
ВЫСОТА ЗДАНИЙ	До пяти этажей различной конфигурации.

Рис. 1. Преимущества аддитивных технологий в строительстве

Строительство малоэтажных зданий и сооружений при помощи 3D-технологий обладает

рядом преимуществ по сравнению с традиционным методом возведения конструкций, и дает

возможность возводить объекты практически любой формы за достаточно короткий срок (см. рис. 1).

СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА СТРОИТЕЛЬСТВА 3D-ПРИНТЕРОМ

ВИЛЛА КОМПАНИИ HUA SHANG TENGDA

Китайская компания **Hua Shang Tengda** создала двухэтажную виллу в 45 дней площадью 4,305 м². Стены толщиной 25 см, выдерживают землетрясение силой 8.0 баллов по шкале Рихтера.



ДОМА КОМПАНИИ SHANGHAI WIN SUN DECORATION DESIGN ENGINEERING

В Шанхае компания **Shanghai Win Sun Decoration Design Engineering** на выставке провинции Цзянсу в 2014 г. продемонстрировала дома, напечатанные на 3D-принтере. Для того чтобы напечатать целое здание, компании потребовалось всего 24 часа. Самые малогабаритные строения, напечатанные по новой технологии, стоят около 10 млн. рублей.



ЗДАНИЕ “ОФИС БУДУЩЕГО” В ДУБАЕ

Здание “офис будущего” построено 23 мая 2016 года в Дубае. Одноэтажное здание площадью 250 м². На возведение объекта ушло 17 дней. В проект инвестировано 9 млн. рублей.



ГОСТИНИЧНЫЙ КОМПЛЕКС В ФИЛИППИНАХ

Гостиничный комплекс в Филиппинах высотой 4 м площадью 120 м², состоящий из двух номеров и ванны-джакузи (которая создавалась тоже из бетона при помощи 3D-печати), был построен 15 декабря 2015 года.



ПРОЕКТ ЖИЛОГО ДОМА КОМПАНИИ APISCOR

Площадь экспериментального дома составляет 36,8 м², из них 4 м² отведено под кухню, 6,5 м² – под прихожую, 5 м² займет санузел, а остальная площадь предназначена для комнаты и коридора. В дом также проведут электричество и электрическое отопление. Себестоимость 1 м² составит от 11 до 13 тыс. рублей.



ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

РОССИЙСКИЙ ОПЫТ

Рис. 2. Современная практика строительства 3D-принтером [10–15]

Технология печати бетоном, так называемая «контурная технология печати» очень молода, она впервые стала использоваться в 2014 году в Китае. Внедрением 3D-аддитивных технологий в строительство занимаются во многих странах мира. В 22 странах созданы национальные ассоциации по аддитивным технологиям, объединенные в альянс GARPA - Global Alliance of Rapid Prototyping Associations, в рамках которого участники обмениваются технологиями, разрабатывая, тиражируя, продавая права на их использование и привлекая к работе фирмы-разработчики 3D-моделей [8]. Но широко они применяются пока лишь в США, Японии, Германии и Китае. Мировым лидером отрасли является американская компания 3D-Systems (см. рис. 2).

В России (по данным «Промышленного обозрения» № 990 от 24 марта 2015 г.), внедрение разработок в области аддитивных технологий составляет менее 1% (в мировом масштабе). Одним из сдерживающих факторов является использование импортного оборудования (в основном от производителей из Европы и США), зависимости от его стабильных поставок в достаточном объеме, а также от колебаний курсов иностранных валют [9].

Высокотехнологичное оборудование, способное обеспечить качество изделий, стоит дорого и требует для работы и обслуживания квалифицированного, специально обученного персонала. Также, для развития аддитивных технологий необходимо формирование новых стандартов, принятие новых нормативных документов. Не менее важной проблемой является отсутствие в России серийного производства строительных композитов нового поколения для 3D-печати.

Для развития аддитивных технологий в строительстве необходимо создание эффективных композитов нового поколения с требуемыми регулируемыми свойствами, обладающие повышенной водостойкостью на основе многокомпонентных систем с микро-, ультра- и нанодисперсными наполнителями в сочетании их с другими добавками [16–18].

В Белгородском государственном технологическом университете им. В. Г. Шухова, на кафедре строительного материаловедения, изделий и конструкций под руководством д-ра техн. наук, проф. Лесовика В.С., д-ра техн. наук, проф. Чернышевой Н.В. активно занимаются разработкой строительных композитов на основе быстротвердеющего водостойкого гипсового вяжущего, модифицированного различными видами добавок (минеральных наполнителей, мик-

рофибры, ускорителей твердения, супер- и гиперпластификаторов и др.) для стройиндустрии будущего, в том числе и для 3D-аддитивных технологий [19–22].

Выводы. Использование аддитивных технологий (трехмерной бетонной печати) для возведения малоэтажных зданий позволит существенно сократить затраты за счет снижения расхода материалов и повышения производительности, многократно сократит сроки строительства, откроет новые творческие горизонты для архитекторов и дизайнеров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савицкий Н.В., Шатов С.В., Ожищенко О.А. 3D-печать строительных объектов // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. 2016. № 3 (216). С. 18-26.
2. Бабаев В.Б., Перькова М.В., Крушельницкая Е.И., Жданова И.Г. Функционально-пространственное макетирование и прототипирование // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 106-111.
3. Печать домов на 3D принтере [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://make3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/>
4. 3D печать в строительстве [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://blog.3dbot.ru/raznoe-o-3d/3d-pechat-v-stroitelstve.html>
5. 3D-принтер для строительства [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://www.freearx.com/2014/05/31/3d-printer-dlya-stroitelstva/>
6. Трёхмерная печать в строительстве зданий и сооружений [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://mikhailov-andreys.blogspot.co.il/2014/09/trehmernaya-pechat-stroitelstvo.html>
7. Пермяков М. Б., Пермяков А. Ф., Давыдова А. М. Аддитивные технологии в строительстве // European Research. 2017. № 1 (24). С. 14-15.
8. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Дребезгова М.Ю., Ермолаева А.Э. 3D-аддитивные технологии в сфере строительства // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 157-167.

9. "Российская газета" - Спецвыпуск "Промышленность". 2015. № 6718 (147).

10. 3D-принтер «Contour Crafting» [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlyapechati-domov/>

11. Выставка компании WinSun [Электронный ресурс] / Режим доступа <https://3dexpro.ru/ru/article/shanhayskayakompaniya-winsun-napechatala-domna-territorii-promishlennogo-parka-vsuchgou>

12. Дом компании Hua Shang Tengda [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/in-beijing-there-was-a-3dprinted-villaof-400-m2-/>

13. Офис будущего в Дубае [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://inpos.com.ua/novosti/ofis-budushhego-v-dubae>

14. Гостиничный комплекс в Филиппинах [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://www.cntomo.com/news/1210-pervyy-v-mire-3d-pechatnyy-otel-lyukspostroyen-na-filippinah.html>

15. Российская практика строительства 3D-принтером [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://3dtoday.ru/blogs/gruppa-stal/in-russia-established-the-first-building-a-3d-printer/>

16. Лесовик В.С. Интеллектуальные строительные композиты для 3D-аддитивных технологий / В сборнике: Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 356–362.

17. Перькова М.В. Энергетическая устойчивость как основа безопасности города // Управ-

ление городом: теория и практика. 2015. № 1 (16). С. 83–88.

18. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Кучерова А.С., Дребезгова М.Ю., Канева Е.В. Современные трехмерные технологии и факторы сдерживающие их // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 22–30.

19. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю. Водостойкие гипсовые композиционные материалы с применением техногенного сырья: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 321 с.

20. Дребезгова М.Ю., Евсюкова А.С., Чернышева Н.В., Потапов В.В. К вопросу управления процессами структурообразования композиционных гипсовых вяжущих // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 263-268.

21. Tschernyschowa N.W., Lessowik W.S., Fischer H.B., Drebesgowa M.J. Gipshaltige kompositbindemittel – zukunfft des ökologischen bauens // В сборнике: 19-te internationale baustofftagung ibausil 2015. 2015. С. 699-706.

22. Murtazaiev S.A.Y., Saidumov M.S., Lesovik V.S., Chernysheva N.V., Bataiev D.K.S. Fine-grained cellular concrete creep analysis technique with consideration for carbonation // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 4. С. 233–245.

Drebezova M. Yu.

MODERN ADDITIVE TECHNOLOGY IN A LOW-RISE CONSTRUCTION

Today in all spheres of our life comes to the fore the search for new, more modern methods and technologies that meet the principles of sustainable development. New approaches should be more effective from the point of view of preserving the finite resources of our planet have a minimal impact on the environment, and provide a higher final product quality. Construction is no exception. One of the new promising technologies in low-rise construction is the technology of 3D printing. 3D printing is the process of recreating a real object on the model of the 3D model. The unique ability of this technology will significantly reduce costs by reducing costs of materials and improve performance, discover new creative approaches to create a variety of architectwriter etc.

Key words: *three-dimensional printing, additive technology, 3D printing, construction.*

Дребезгова Мария Юрьевна, магистрант кафедры архитектуры.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: mdrebezgova@mail.ru