

УДК 693.54

ИННОВАЦИОННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ 3D-ПРИНТЕРА

INNOVATIVE CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES USING A 3D PRINTER

©**Леонова А. Н.**,

канд. техн. наук,

Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Россия, lan.75@mail.ru

©**Leonova A.**,

Ph.D., Kuban State Technological University,
Krasnodar, Russia, lan.75@mail.ru

©**Мегедь Т. К.**,

ORCID: 0000-0003-1669-8602

Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Россия, tatiana.meged@mail.ru

©**Meged T.**,

ORCID: 0000-0003-1669-8602

Kuban State Technological University,
Krasnodar, Russia, tatiana.meged@mail.ru

©**Согонова М. Ю.**,

ORCID: 0000-0002-7874-737X

Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Россия, sogonovamargarita@gmail.com

©**Sogonova M.**,

ORCID: 0000-0002-7874-737X

Kuban State Technological University,

Krasnodar, Russia, sogonovamargarita@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена стремительно развивающемуся методу возведения зданий при помощи 3D-печати. Рассмотрены основные виды конструкций, для которых используется данная технология.

Abstract. The article is devoted to the rapidly developing method of erecting buildings using 3D printing. The main types of structures for which this technology is used are considered.

Ключевые слова: 3D-принтер, монтаж, возведение, конструкции.

Keywords: 3D printer, installation, erection, constructions.

Строительство с помощью 3D-печати неуклонно приобретает популярность в наши дни. Потому как строительный 3D-принтер имеет обширные объемы применения, начиная от мелкоштучных строительных материалов вплоть до крупных строительных конструкций, будь то стеновая панель или целый дом. Применение данной технологии печати характеризует собой быстрое возведение конструкции, что крайне актуально для районов,

пострадавших от стихийных бедствий, а также для стран 3-его мира или в тех случаях, когда необходимо в короткие сроки предоставить большому количеству людей жилье [1].

На сегодняшний день известно применение таких аппаратов в строительстве, в архитектуре и скульптуре, в ландшафтном дизайне, в геодезии и картографии и во многих других видах деятельности. Возможности 3D-печати позволяют отойти от привычных архитектурных форм и создавать здания и сооружения самых различных конфигураций. Применение данной технологии позволит сократить численность строительных рабочих и минимизировать риск травм на производстве [2].

Основным принципом работы 3D-принтера является послойное создание твердой модели при помощи сопла (экструдера), который в свою очередь выдавливает быстротвердеющую рабочую смесь. Одним из преимуществ заключается в том, что возведение опалубки не требуется, так как поверхность, на которой создается объемное изделие (рабочая зона), имеет размеры, задаваемые величиной хода сопла. А это значит, что данный механизм объемной печати, при подключении электроэнергии и обеспечении непрерывной поставки бетонной смеси, способен возвести здание в кратчайшие сроки буквально на пустом месте (1).

Известно о трех способах создания объемной конструкции:

1. Метод послойного нанесения вязкой смеси

Суть метода заключается в послойном нанесении материала. Принтер имеет сопло, из которого выделяется бетонная смесь. Процесс повторяется многократно, благодаря большому числу слоев формируется формы требуемой конструкции.

2. Метод плавления

Данный метод основывается на том, что в рабочую зону подается смесь, которая подвергается процессу расплавления. В этом процессе расплавляющим элементом может быть лазер или другое нагревающее оборудование. Когда элемент, расплавляется до определенного состояния, то ему придается нужная форма.

3. Метод напыления

Название метода говорит само за себя. Применяется оборудование, которое распыляет материал, предварительно вступивший в реакцию с клеем. Принтеру задаются параметры требуемого объекта, который он постепенно воссоздает.

Из перечисленных способов формирования объема, внимание строителей привлекает, в первую очередь, метод послойного экструдирования во многом потому, что уже сейчас созданы достаточно большие несущие поверхности и даже настоящие дома. В этом случае из рабочего «сопла» выдавливается, подобно зубной пасте из тюбика, «сметанообразная смесь» бетона с добавками (1).

Преимущества и недостатки данной технологии

Поскольку в настоящее время появилось много информации о 3D-принтерах, следует рассмотреть, что данные принтеры собой представляют [3, 4].

Главными преимуществами 3D-принтеров являются:

- Низкая себестоимость изготавливаемой продукции.
- Быстрое возведение зданий и сооружений за счет непрерывности процесса строительства.
- Выполнение работ в труднодоступных и опасных местах.

— Возможность возводить здания с необычными архитектурно-планировочными решениями.

— Низкие трудозатраты рабочих.

Но, несмотря на все выше перечисленные качества, эта технология имеет ряд недостатков, на которые следует обратить внимание.

Недостатками 3D-принтеров являются:

— Ограничение в размерах изготавливаемой детали.

— Несовершенство используемых материалов в качестве быстротвердеющих смесей.

— Необходимость в механической и химической обработке деталей из-за шероховатостей и наплывов.

Основной строительный материал для возведения несущих элементов конструкции (стен, перекрытий) — быстротвердеющий реакционно-порошковый бетон, армированный стальной или полимерной микрофиброй. В нем отсутствует крупный заполнитель, но в то же время не теряется соотношение вяжущей и твердой составляющих, а также обеспечиваются высочайшие эксплуатационные характеристики. Так же может быть использованы более дешевые виды бетонов, такие как мелкозернистый и песчаный бетон, модифицированный добавками (гиперпластификаторы, ускорители твердения, фибра) [2].

Однако, несмотря на очевидные достоинства такой технологии, существуют и некоторые нюансы возведения зданий и отдельных конструкций с ее помощью:

— 3D-принтеры строят дома путем нанесения слоя бетонной смеси на ранее выложенный слой. При этом ничего не говорится о применении в строительстве арматуры – вертикальная арматура просто мешает принтеру свободно перемещаться над слоями на нужной высоте. В Китае выстроенные принтером дома армировали стеклопластиковой сеткой.

— монтаж инженерных систем тоже затруднен. Впрочем, здесь как раз возможности принтеров могут раскрыться в полной мере, поскольку они являются устройствами с точной повторяемостью операций.

Впрочем, все эти спорные технические моменты нельзя назвать неразрешимыми, они характерны для любой прорывной технологии, только начинающей свое развитие [6, 7].

К свойствам рабочей смеси предъявляется немало требований. Как ни странно, к прочности бетонов для печати не так много вопросов, так как то, что возводит принтер — всего лишь несъемная опалубка — внешняя оболочка, которая в большинстве случаев должна быть всего лишь достаточно влагонепроницаемой. В то же время рабочая смесь должна обладать тиксотропными и адгезионными свойствами, быть удобоукладываемой принтером и не растекаться под воздействием последующих слоев.

Разработчики 3D-принтеров представляют собственные смеси, но не оглашают их состава. По словам одних, их смесь обеспечивает 95% от прочности привычного бетона, но в то же время обладает нужной вязкостью и пластичностью для процесса печатания. Другие же предлагают использовать смесь, состоящую из цемента, стеклопластика, песка, специального отвердителя и стекловолокна, выполняющего роль арматуры. Третьи используют в качестве рабочей смеси измельченные до консистенции песка различные каменные породы в совокупности со специальным раствором для обеспечения необходимой вязкости [5]. Основным сырьем для производства такого «бетона» выступают строительные и

промышленные отходы, а для усиления конструкции — стекловолокно, базальт и даже волокна конопли. Также для строительства домов предлагают использовать, помимо составов на основе цемента, глинистый раствор — смесь глины, песка и натуральных волокон; смесь водостойкого гипсового вяжущего с измельченными отходами полимеров, картона, стекла и бумаги [6].

Сегодня сложно сказать, кто первым додумался попробовать напечатать на 3D принтере жилой дом, но уже сейчас понятно, что в недалеком будущем технология трехмерной печати станет неотъемлемой частью строительного дела.

Источники:

(1). Печать домов на 3D принтере. Режим доступа: <https://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/> (дата обращения 11.01.2018).

(2). СНиП 12-04-02 «Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство» Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/10/10690/> (дата обращения 11.01.2018).

Sources:

(1). Printing houses on a 3D printer. Access mode: <https://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/> (circulation date 11.01.2018).

(2). SNiP 12-04-02 "Safety in construction. Part 2. Construction industry »Access mode: <http://files.stroyinf.ru/Data1/10/10690/> (circulation date 11.01.2018).

Список литературы:

1. Алексеенко В. И., Субботин А. И., Чутченко С. Г. Возведение строительных объектов с использованием 3D принтеров // Современные строительные материалы, технологии и конструкции. 2015. С. 556-558.

2. Киреева Е. П., Юматова Э. Г. 3D-технологии при проектировании и строительстве зданий и сооружений // В сборнике: V Всероссийский фестиваль науки Сборник докладов. Нижний Новгород. 2015. С. 244-247.

3. Теличенко В. И., Терентьев О. М., Лапидус А. А. Технология возведения зданий и сооружений М.: Высшая школа, 2004. 446 с.

4. Далинчук В. С., Власенко Д. А. Основные аспекты печати домов с помощью 3D принтера // Инновационное развитие. 2016. №2 (2). С. 6-13.

5. Торшин А. О., Потапова Е. Н. Перспективы использования 3D-принтера в строительстве // Успехи в химии и химической технологии. 2016. Т. 30. №. 7 (176).

6. Козлов С. Д., Коридзе В. Г., Бондарь А. В., Чайковский А. О. Применение 3D-принтера для малоэтажного строительства. Преимущества и недостатки // Бюллетень науки и практики. 2017. №5 (18). С. 102-105. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/kozlov-koridze-1> (дата обращения 15.05.2017). DOI:10.5281/zenodo.579732

7. Демиденко А. К., Кулибаба А. В., Иванов М. Ф. Перспективы применения 3D-печати в строительном комплексе Российской Федерации //Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. №. 12. С. 71-96.

References:

1. Alekseenko, V. I., Subbotin, A. I., & Chutchenko, S. G. (2015). Construction of building objects using 3D printers. Modern building materials, technologies and structures. 556-558.

2. Kireeva, E. P., & Yumatova, E. G. (2015). 3D-technologies in the design and construction of buildings and structures. In the collection: V All-Russian Festival of Science Collection of reports. Nizhny Novgorod, 244-247.
3. Telichenko, V. I., Terentyev, O. M., & Lapidus, A. A. (2004). Technology of erection of buildings and structures M.: Graduate School, 446.
4. Dalinchuk, V. S., & Vlasenko, D. A. (2016). The main aspects of printing houses using a 3D printer. *Innovative development*, 2 (2). 6-13.
5. Torshin, A. O., & Potapova, E. N. (2016). Prospects for using a 3D printer in construction. *Advances in chemistry and chemical technology*, 30 (7 (176)).
6. Kozlov, S., Koridze, V., Bondar, A. & Tchaikovsky, A. (2017). Application of a 3D printer for low-rise construction. Advantages and disadvantages. *Bulletin of Science and Practice*, (5), 102-105 doi:10.5281/zenodo.579732.
7. Demidenko, A. K., Kulibaba, A. V., & Ivanov, M. F. (2017). Prospects for 3D printing in the construction sector of the Russian Federation. *Construction of unique buildings and structures*, (12), 71-96.

*Работа поступила
в редакцию 09.04.2018 г.*

*Принята к публикации
13.04.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Леонова А. Н., Мегедь Т. К., Согонова М. Ю. Инновационное строительство зданий и сооружений с помощью 3D-принтера // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №5. С. 285-289. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/leonova> (дата обращения 15.05.2018).

Cite as (APA):

Leonova, A., Meged, T., & Sogonova, M. (2018). Innovative construction of buildings and structures using a 3D printer. *Bulletin of Science and Practice*, 4(5), 285-289.