

Экологичные аддитивные технологии в строительстве: обзор

Т.А. Власова

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В данной статье представлен анализ перспективных направлений развития строительного рынка по регионам. Рассматривается один из наиболее экологичных и практичных способ 3D-печати по аддитивной строительной технологии, затронута проблема загрязнения окружающей среды, предложены альтернативы традиционным строительным материалам, посредством переработки отходов сельскохозяйственного, строительного производства и последующее использование в строительной печати. Выделены преимущества использования данного способа при строительстве в местах чрезвычайных ситуаций и в неблагоприятных климатических условиях.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, 3D-принтер, строительное производство, строительство.

Строительство – одна из главных отраслей, обеспечивающая как развитие экономики, так и повседневный комфорт населения. Эта отрасль является одним из лидеров по числу рабочих мест, как в стране, так и во всем мире. В то же время современные требования к строительству подразумевают дальнейшее совершенствование технологий строительного производства, ее значительную трансформацию.

Сегодня строительство, возможно, стоит перед самым большим выбором будущих направлений развития. Главные причины — демографические изменения (к 2053 г. население планеты достигнет 10 млрд жителей [1]) и растущая глобальная урбанизация (на 2018 г. половина населения живет в городах, к 2050 г. число горожан достигнет 75 % [2]). Традиционные методы строительства не смогут решить возникающие проблемы и задачи.

Строительная отрасль сталкивается с такими серьезными проблемами, как низкая производительность труда, высокая статистика аварийных ситуаций на строительных площадках, сложность контроля строительных процессов, недостаток квалифицированных рабочих, загрязнение окружающей среды [3]. Стоит заметить, что в России при традиционном

способе строительства, в переработку попадают лишь 10-20% строительных отходов, зачастую используемые материалы токсичны и представляют огромную опасность для окружающей среды.

Изменения в этой сфере происходят медленно, но, тем не менее, и в типовом, и в индивидуальном строительстве постепенно начинают применяться новые материалы, обеспечивающие повышенный комфорт, экономичность и экологичность при эксплуатации, внедряются новые технологии, позволяющие автоматизировать процесс воплощения проектов в реальность, которые значительно сокращают количество необходимой рабочей силы, а также минимизировать риск производственных травм. Одной из таких перспективных технологий является применение аддитивной технологии возведения зданий при помощи строительной 3D-печати на строительных площадках [4]. Аддитивные технологии (от английского *Additive manufacturing*) – обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (или CAD-модели) методом добавления материала [5]. Технологии послойного синтеза открывают новые возможности для конструкций, изготавливаемых из материалов на основе цемента, древесного клея, переработанных отходов, в том числе и строительных.

В таблице №1, №2 продемонстрирован объем мирового рынка строительства и доля строительного сектора от ВВП, исходя из этих данных можно провести анализ состояния рынка строительных услуг. Рынки развивающихся стран показывают темп развития - 5,3%, рынки развитых стран - 2,2% в год. Проанализировав представленные цифры, можно сделать вывод, что наиболее привлекательными регионами для строительства являются Южная Америка, Ближний Восток, Китай и Африка. Перечисленные регионы сильно подвержены природным катаклизмам и обладают не самым благоприятным климатом, поэтому аддитивные

технологии являются прекрасной альтернативной традиционному строительству.

На данный момент строительство является одной из самых ресурсозатратных отраслей производства. Оно расходует 36% энергии, 30% сырьевых материалов, 12% питьевой воды (на примере США). В то же время строительство имеет крайне неэффективную низкую производительность даже в таких странах, как США, Великобритания, Сингапур, Гонконг (Китай).

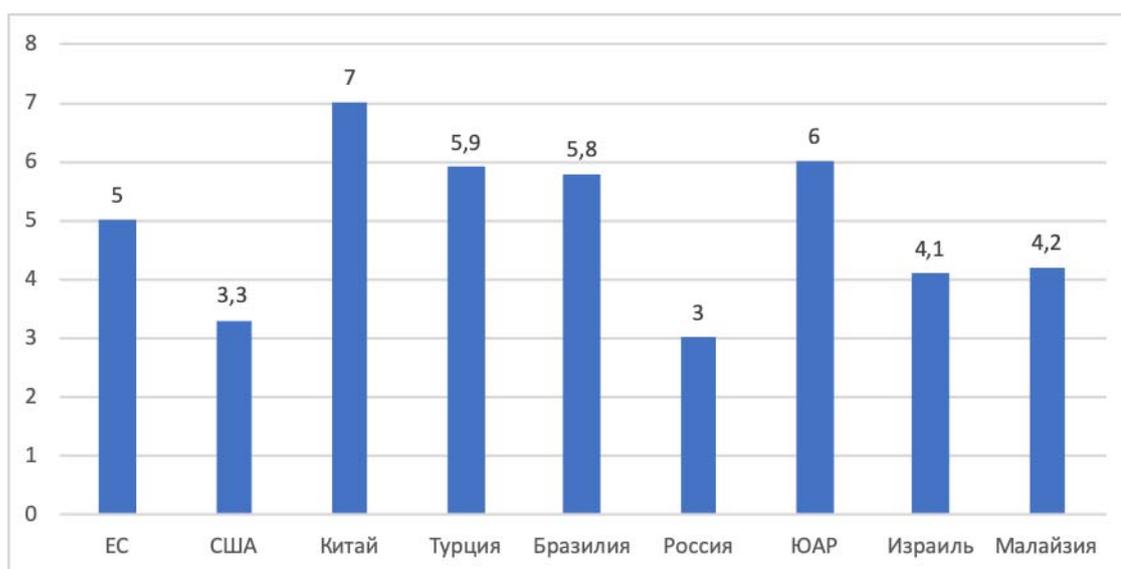
Таблица №1

Объем мирового строительного рынка

Год	USD трлн	Средний темп роста, % в год
2010	7,4	3,1
2015	8,5	3,8
2020	10,3	3,9

Таблица №2

Доля строительного сектора от ВВП в странах мира в % (на 2017г.)



Анализ проведен на основе страновых таблиц «затраты-выпуск» государств – членов, данных платежных балансов, а также данных экономической, отраслевой статистики и статистики внешней и взаимной торговли товарами и услугами за 2017 год [6].

Данная технология сможет решить ряд проблем, возникающих после стихийных бедствий – обеспечить людей быстровозводимым жильем. Сырьем могут служить как местные природные материалы, так и специальные смеси. С помощью «зеленого» строительства становится возможным возведение зданий на заповедных и труднодоступных транспорту территориях.

Существует целый модельный ряд 3D-принтеров: порталные, с дельта приводом головки, мобильные, мини-роботы, роботизированные комплексы, гибридные конструкции и многие другие [7].

В настоящее время 3D-печать не способна полноценно конкурировать с традиционным строительством, принтеры не готовы выполнять весь цикл строительного производства. Возможно, объединение таких механизмов как 3D-принтер, роботизированного и гибридного комплексов способны будут возвести здание, самостоятельно выполнив печать и армирование стен.

Рассмотрим один из наиболее экологичных и практичных вариантов существующих принтеров и строительных смесей. Система Crane WASP – модульного строительного 3D-принтера с теоретически неограниченной областью печати. Итальянская компания «WASP» представила данную систему в октябре 2018 года. Crane WASP – это развитие крупноформатного строительного 3D-принтера BigDelta 12M, где для позиционирования экструдера используется уже подобие крана – вращаемая штанга, закрепленная на вертикальной оси. Конструкция легко собирается, разбирается, транспортируется, выполнена по модульной схеме: любая из опор может быть заменена на направляющую для индивидуальной штанги, а

рабочие зоны соседних штанг пересекаются (рис.1). В результате, объем можно теоретически наращивать бесконечно по горизонтали и в высоту, присоединяя дополнительные направляющие вместе с печатающими модулями и координируя их работу. Первый образец 3D-печатного экодома с использованием нового 3D-принтера получил название Gaia (рис.2).

Gaia - высокоэффективный модуль как с точки зрения энергии, так и внутри помещений, с почти нулевым воздействием на окружающую среду. Через несколько недель после печати не нуждается в системе отопления или кондиционирования воздуха, так как внутри поддерживается умеренная и комфортная температура и зимой, и летом. Материалом для строительства была специально созданная смесь, состоящая из 25% почвы, взятой с участка (30% глины, 40% ила и 30% песка), 40% из соломенного измельченного риса, 25% рисовой шелухи и 10% гидравлической извести.

На основе данного эксперимента Gaia, можно конкретизировать новые экономические сценарии, в которых один гектар культивируемого рисового поля может составлять 100 квадратных метров построенной площади [8]. В неблагоприятных климатических условиях и чрезвычайных ситуациях данный эксперимент доказывает о возможности создания строительных смесей из местных культивируемых источников. Доставка модулей принтера, за счет мобильного размера, возможна любым транспортным путем. Также появляется множество потенциальных возможностей, которые благодаря 3D-печати могут быть выражены сельскохозяйственными ресурсами, гарантируя минимальное воздействие на окружающую среду, в дополнение к бесконечным дизайнерским решениям, необходимым для нового жизненного видения.

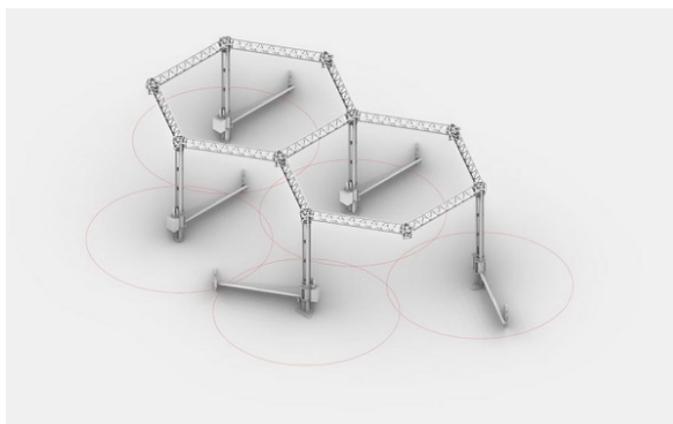


Рис.1 Система Crane WASP



Рис.2 Экодом Gaia

Подводя итоги, в конечном счете, популяризация строительной 3D-печати – это лишь вопрос времени. За счет минимальных затрат и скорости возведения зданий данная технология будет продвигаться дальше и охватывать все больше инвесторов и энтузиастов. Новое «зеленое» строительство пока что не готово массово заменить традиционное, но может стать решением для стран с большой численностью населения, таких как Индия, Китай, а также для стран третьего мира, в которых люди вынуждены жить в самодельных бараках. Данная технология может применяться в местах после стихийных бедствий и пожаров – временные убежища и небольшие дома возводятся за считанные часы.

Одним из перспективных направлений аддитивной технологии является – рециклинг. Это инновационная технология 3D-печати,



представляющая собой последовательность, построенную вокруг утилизации городских и промышленных отходов, их переработке и дальнейшего использования для строительных «чернил» [9,10]. Преимуществом является отсутствие строительной пыли и шума, а также достигается цель энергосбережения и защиты окружающей среды, регенерации ресурсов.

Технология архитектуры 3D-печати совместно с лучшими мировыми дизайнерами, творческими мастерами и художниками, способна построить новый мир, в котором публичное искусство, полное гуманного отношения, сможет повторно использовать ресурсы, которые изначально являются хорошими строительными материалами. Это не только моральный вопрос в дизайне и архитектуре, но и практический способ спасти мир.

Литература

1. Ученые: население Земли достигнет 10 миллиардов к 2053г. // РИА НОВОСТИ URL: ria.ru/20160825/1475227199.html (дата обращения: 19.10.2018).
2. Максимов Н.М. Аддитивные технологии в строительстве: оборудование и материалы // Журнал аддитивные технологии. 2017. №4. С. 54-61.
3. Warszawski A., Navon R. Implementation of robotics in building: Current status and future prospects // Journal of Construction Engineering and Management. 1998. №.124(1). С. 31-41.
4. Строительство // Атлас новых профессий URL: atlas100.ru/catalog/stroitelstvo/ (дата обращения: 15.10.2018).
5. Зеленко М.А., Попович А.А., Митюлина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении // Учебное пособие. СПб,: СПбГУ 2013. С. 221.
6. Отраслевой обзор // Евразийская Экономическая Комиссия URL: eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_makroec_pol/Pages/%D0%9E%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D1%8B



%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%D1%8B.aspx

(дата обращения: 29.08.2019).

7. Абрамян С.Г., Илиев А.Б. Современные строительные аддитивные технологии. Часть 1. // Инженерный вестник Дона. 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4755

8. The first 3D printed House with earth Gaia // WASP URL: 3dwasp.com/en/3d-printed-house-gaia/ (дата обращения: 12.11.2018).

9. Could 3D printing change the world // atlanticcouncil.org URL: atlanticcouncil.org/publications/reports/could-3d-printing-change-the-world (дата обращения: 11.11.2018).

10. Winsun 3D printing cycle industry Expo Park open // Winsun URL: winsun3d.com/En/News/news_inner/id/451 (дата обращения: 14.11.2018).

References

1. RIA NOVOSTI URL: ria.ru/20160825/1475227199.html (data obrashcheniya: 19.10.2018).

2. Maksimov N.M. Zhurnal additivnyye tekhnologii. 2017. №4. pp. 54-61.

3. Warszawski A., Navon R. Journal of Construction Engineering and Management. 1998. №.124(1). pp. 31-41.

4. Atlas novykh professiy URL: atlas100.ru/satalog/stroitelstvo (data obrashcheniya: 15.10.2018).

5. Zlenko M.A., Popovich A.A., Mutylyna I.N. Additivnyye tekhnologii v mashinostroyenii [Additive technology in mechanical engineering]. Uchebnoye posobiye SPb, SPbGU 2013. p. 221.

6. Otrasleyevy obzor [industry review] URL: eurAsiancommission.org/ru/act/integr_i_makroyec/dep_makroyec_pol/Pages/Otrasleyevy_obzory.aspx (data obrashcheniya: 29.08.2019).

7. Abramyan S.G., Iliyev A.B. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2018. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4755



8. WASP URL: 3dwasp.com/en/3d-printed-house-gaia (data obrashcheniya: 12.11.2018).

9. Atlanticcouncil.org URL: atlanticcouncil.org/publications/reports/could-3d-printing-change-the-world (data obrashcheniya: 11.11.2018).

10. Winsun URL: winsun3d.com/En/News/news_inner/id/451 (data obrashcheniya: 14.11.2018).