

УДК 69.003

Э.М. Салех

Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего образования Национальный Исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, email: ElmavedS@mgsu.ru

3D ПЕЧАТЬ КАК НОВЫЙ МЕТОД СТРОИТЕЛЬСТВА

Ключевые слова: 3D-печать, цифровые технологии, 3D-принтер, строительная отрасль, прогнозы структуры рынка 3D-технологий.

В статье рассмотрены современные цифровые технологии в строительной отрасли, таких как 3D-печать. Выявлена актуальность внедрения 3D-печати в строительную отрасль, которая заключается в возможности сокращения сроков строительства, трудозатрат на производственные процессы и увеличение качества зданий и сооружений. Рассмотрена история 3D-печати, ее характеристика. А также принципы работы 3D-принтера. Выявлены преимущества и недостатки использования данного метода строительства. Рассмотрены прогнозы структуры рынка 3D-технологий на 2025 год. Сделан вывод, что с каждым годом технологии 3D-печати становятся более востребованы, так как они предоставляют возможность сократить сроки строительства, а также сократить затраты на производственные процессы. Но несмотря на преимущества применения 3D-печати в строительной сфере существует ряд проблем, которые могут привести к упадку экономики страны.

E.M. Saleh

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education National Research Moscow State Civil Engineering University, Moscow, email: ElmavedS@mgsu.ru

3D PRINTING AS A NEW CONSTRUCTION METHOD

Keywords: 3D printing, digital technologies, 3D printer, construction service, 3D technologies market structure forecasts.

The article discusses modern digital technologies in the construction industry, such as 3D printing. The relevance of the introduction of 3D printing in the construction industry is revealed, which consists in the possibility of reducing construction time, labor costs for production processes and increasing the quality of buildings and structures. The history of 3D printing and its characteristics are considered. As well as the principles of operation of a 3D printer. The advantages and disadvantages of using this method of construction are revealed. The forecasts of the structure of the 3D technology market for 2025 are considered. It is concluded that every year 3D printing technologies are becoming more in demand, as they provide an opportunity to reduce construction time, as well as reduce the cost of production processes. But despite the benefits of using 3D printing in the construction industry, there are a number of problems that can lead to a decline in the country's economy.

Одним из главных условий развития экономики Российской Федерации и повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке является развитие инновационных кластеров, основывающихся на объединение тех или иных коммерческих, государственных и научных организаций, образовательный учреждений, функционирующих в одной и той же отрасли. Такие объединения рассматриваются как элементы инновационных подсистем.

Последние десятилетия строительная отрасль начала активно расти, стала более технологичной и безопасной. Инновационные проекты, материалы и технологии с каждым годом внедряют-

ся все более активно во многих странах мира, Российская Федерация не является исключением.

Первым начали внедряться машины, передвигающие материалы, инструменты и части зданий и сооружений по строительной площадке. Далее были внедрены технологии BIM-моделирования, которые позволяют контролировать проектирование, строительство и эксплуатацию здания на протяжении всего жизненного цикла объекта.

Позже была же разработана 3D-печать, которая начала завоевывать особое место на рынке в строительной отрасли во многих странах, в том числе в России.

Актуальность внедрения данной технологии заключается в создании и внедрении инновационных инструментов, которые дадут возможность максимально сократить сроки строительства, трудозатраты на производственный процесс и увеличить качества самих объектов.

Основная часть

Строительная отрасль во многих странах мира цифровизируется. Одно из технологий в цифровизации строительства принято считать 3D-печать.

Данная технология берет свое начало еще в 1950-х годах, когда Чарльз Халл попробовал воплотить в жизнь стереолитографию. технологию быстрого прототипирования. Позже в 1980-х годах создаются «ближайшие родственники» 3D-принтера в Японии и сам 3D-принтер, а уже 2000-х 3D-печать проникает на рынок и начинает активно использоваться (рис. 1).

На сегодняшний день 3D-технологии пользуются спросом на рынке. Такая технология заключается в процессе создания трехмерного объекта различной формы и сложности при помощи 3D-принтера.

Строительство зданий и сооружений, при котором используется 3D-печать, заключается в нанесении принтером бетонной смеси. Данная смесь наносится слоями и для более высокой прочности конструкция армируется в горизонтальных и вертикальных направлениях.

При таком методе строительства принято использовать 3 принципа работы 3D-принтера, представленных в рисунке 2.

Технология первого принципа заключается в выдавливании из сопла быстро затвердевающей смеси слой за слоем, постепенной уплотняющимися. Такая технология помогает выдерживать вес постепенно растущей конструкции.

Второй принцип основывается на методе селективного спекания, что подразумевает под собой спекание мелкодисперсного порошкового материала, чаще всего металлического или песка, с помощью лазера. Нацеливания лазера автоматическое, оно запрограммировано по заранее созданной 3D-модели.

Третий принцип напыления заключается в смешивании двух материалов –

клеякого состава и песка. После смешивания однородная масса постепенной напыляется на поверхность.

3D-принтер на строительной площадке работает на основе всех трех принципов, однако, наиболее используемым является принцип экструдирования послойным методом.

Существуют две модели принтера, которые используются для строительства зданий и сооружений:

1. Принтер в виде мостового крана;
2. Принтер в форме стрелы с манипулятором.

Выбор модели принтера всегда лежит на главном инженере, именно он решает, какая модель будет наиболее удобна в использовании для той или иной работы.

3D-печать, как новый метод строительства, имеет как свои преимущества, так и недостатки. К положительным аспектам можно отнести:

- уменьшение сроков строительного процесса;
- точность строительства за счет воспроизведения модели, выполненной в программе, в физический формат;
- простота использования;
- сокращение трудозатрат;
- прочность, морозоустойчивость материала, возводимого принтером;
- снижение производственного травматизма.

К отрицательным аспектам относятся:

- отсутствие нормативно-правовой базы для применения 3D-принтера в массовой застройке;
- высокая стоимость оборудования;
- наличие отдельных требований к строительной площадке, отличных от требований для традиционного строительства;
- привязанность к погодным условиям.

Данная инновационная технология дает возможность строить массово жилье в короткие сроки, используя как типовые проекты, так индивидуальные. Строительные объекты, возведенные 3D-принтером, могут оказаться дешевле объектов, возведенных традиционным методом. Снижение цены таких зданий и сооружений произойдет из-за полной автоматизации основного производственного процесса.



Рис. 1. История 3D-печати



Рис. 2. Принципы работы 3D-принтера

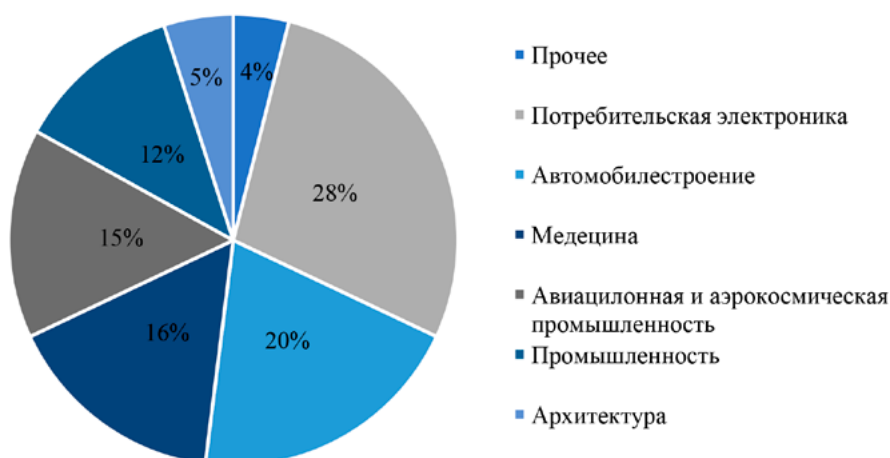


Рис. 3. Прогнозы структуры рынка 3D-технологий на 2025 год

Это даст возможность государству провести «переселение» жителей страны из аварийного жилья за короткий промежуток времени, а также сделать города РФ более современными, что делает их наиболее привлекательными для современного поколения.

На сегодняшний день 3D-печать, как новый метод строительства, используется только для малоэтажных и малогабаритных объектов. Все объекты, построенные с использованием строительных принтеров, возводятся лишь по индивидуальным планам.

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать вывод, что несмотря на все положительные аспекты внедрения и применения 3D-печати в строительной отрасли, существует ряд проблем, решение которых может повлиять на развитие таких строительных технологий.

Рынок 3D-технологий имеет тенденцию активного роста. Анализируя его на конец 2021 года, можно отметить, что ежегодные темпы роста составляют 15%. [2] По прогнозам на 2025 год структура рынка 3D-технологий будет изменяться и выглядеть следующим образом (рис. 3).

Несмотря на тенденцию роста рынка 3D-технологий, анализируя прогнозы, представленные в рисунке 2, можно сделать вывод, что в Российской Федерации 3D-печать, как метод строительства, на данный момент почти не рассматривается. Применение 3D-печати в архитектуре в 2025 году будет оставлять лишь 5%.

Однако, невзирая на такой прогноз, именно отечественная компания «ApisCor» разработала первый в мире мобильный строительный 3D-принтер, способный напечатать дом за одни сутки. В 2017 году она представила здание площадью 37 квадратных метров, которое было напечатано с помощью данного принтера. Этот дом был возведен сразу полностью на строительной площадке.

Анализируя научно-техническую литературу, мы понимаем, что 3D-технологий на этапе научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы, а примеры применения их реализуются только в секторе недорогого жилищного строительства.

Основной проблемой возведения зданий с помощью 3D-печати считается стоимость применения такой технологии.

В ценах на второе полугодие 2019 г. условием эффективного использования 3D-печати в строительстве будет являться не превышение средней стоимости строительства 1 квадратного метра общей площади жилого дома 34 419 руб. в среднем по России [1]. Для достижения данной цели, необходимо решить следующие задачи, связанные с производственным процессом:

1) сокращение сроков строительства объекта;

2) сократить количество ресурсов как человеческих, так и машинных в производственном процессе.

Однако стоит отметить, что не каждая строительная компания может позволить себе приобрести 3D-принтер для возведения объектов, так как оборудование является дорогостоящим.

Как пишут, многие авторы, внедрение дополнительных технологий в строительной сфере может заинтересовать застройщиков, так как они снижают стоимость строительства по сравнению с традиционными технологиями. Затраты на материалы можно уменьшить, сократив количество новых материалов, используемых для строительства 1 квадратный метр. Такая ситуация может возникнуть по мере увеличения их несущая способность и других важных технических характеристик.

По мнению авторов, это требует дальнейших исследований с последующим изменением региональных стандартов строительной деятельности в Российской Федерации. До сих пор мы видели, что в традиционную бетонную смесь добавляются дополнительные компоненты, что увеличивает стоимость традиционного бетона, используемого для строительства. Еще один способ сократить расходные материалы – сэкономить деньги за счет использования технологии безотходной печати.

3D-технология имеет множество преимуществ, однако не стоит забывать и о некоторых недостатках. Самое главное будет сокращение рабочих мест. Это явление нельзя назвать неожиданным, так как сегодня во многих областях существуют непрерывные процессы автоматизации,

которые заменяют ручной труд. Но стоит учитывать, что в любом случае новейшие технологии требуют обслуживания и программирования, поэтому переквалификация в данном случае поможет частично решить данную проблему.

Также еще одним недостатком является высокий риск, так как даже самая маленькая ошибка 3D-модели может вызвать серьезные проблемы при строительстве. Этот недостаток можно оспорить, так как оно требует от каждого сотрудника ответственности и высокой квалификации.

Применение 3D-технологий в строительстве является передовым и необходимым шагом. Данные изменения в традиционном строительстве, конечно же, оказывают огромное влияние и на экономику. Многие страны стремятся к активному внедрению 3D-технологий в отрасль строительства. Каждая страна заинтересована в более экономичном и доступном строительстве. 3D-технологии и позволяют этого добиться. Вполне возможно и то, что в дальнейшем в России строительство с использованием новых технологий не будет ограничено печатью малоэтажных домов.

Выводы

3D-печать является одно из инновационных технологий в строительной отрасли. Данная технология заключается в нанесении принтером бетонной смеси слоями, которые армируется в горизонтальных и вертикальных направлениях.

На строительной площадке при возведении объекта используют две модели 3D-принтера: в виде мостового крана или в форме стрелы с манипулятором. Работа строительного принтера основывается на трех принципах: экструдирования послойным методом; селективного спекания; напыления.

В строительной отрасли чаще всего используется именно первый принцип - принцип экструдированное послойным методом.

Технологии 3D-печати предоставляют возможность сократить сроки строительства, а также сократить затраты на производственные процессы. Несмотря на преимущества применения 3D-печати в строительной сфере существует ряд проблем.

Внедрение 3D-печати в строительную отрасль оказывают огромное влияние и экономику страны, так как полная автоматизация строительного производства может привести к безработице из-за замены ручного труда на машинный. Для того, чтобы избежать этого, организациям придется провести переквалификацию сотрудников или предоставить им другие рабочие места, соответствующие или близкие уже имеющейся заработной плате.

Таким образом, можно сделать вывод, что тенденция использования технологий 3D-печати только растет, она все больше занимается строительный рынок.

Данный вывод можно сделать на основании того, что многими авторами выдвигается предположение о снижении стоимости промышленных 3D-принтеров, а следовательно, и возможность повышения спроса на них. За счет этого, строительная отрасль может стать более доступной для малых и средних предприятий, так как стоимость вхождения в производственный бизнес так же будет снижена.

Другими словами, внедрение 3D-печати спровоцирует некую революцию в строительную отрасли. Главным конкурентноспособным показателем станут не масштабы производства, а качество, безопасность, оригинальность новых возводимых зданий и сооружений.

В такой ситуации новой индустрии потребуются сотни талантливых 3D-разработчиков и дизайнеров вместо миллионов дешевых рабочих. По мнению экспертов, логичным шагом в развитии «третьей промышленной революции» могло бы стать возвращение большинства отраслей из развивающихся стран в группу развитых стран. Правда, такие процессы только усложняют общий ход местных рынков труда. «3D-печать открывает новые возможности для местной промышленности, но не так, как раньше. Ранее потерянные рабочие места больше не появятся, поскольку производство требует более квалифицированных рабочих, а будущим ремесленникам потребуются больше цифровых навыков», – прогнозирует Карл Басс, генеральный директор Autodesk, поставщик программных 3D-решений.

Библиографический список

1. Алексеева Н.С. Экономические условия эффективного использования 3D-печати в строительстве // Цифровые технологии в экономике и промышленности (ЭКОПРОМ-2019): Сборник трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 22–23 ноября 2019 года / Под редакцией А.В. Бабкина. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. С. 224-230. DOI: 10.18720/ПЕР/2019.5/29.
2. Захарова М.Ю., Кучеренко А.С., Мозговой В.М. Влияние 3D-технологий на экономику строительства // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: Материалы конференции, Белгород, 30 апреля – 20, 2021 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. С. 1111-1116.
3. Савин А.А. Перспективы развития 3D принтеров для монолитного домостроения // Студент и наука. 2017. № 1. С. 52-57.
4. Симакова Е.А., Селякова К.И., Кравченко Д. Применение 3D-печати в строительстве // Инженерные исследования. 2021. № 1(1). С. 3-11.
5. Сулейманова Л.А., Огнев Н.В. Оценка возведения стен здания с помощью 3D-принтера в сравнении с традиционным строительством из бетонных блоков // Университетская наука. 2017. № 2(4). С. 13-15.
6. Уморова Ж.Э., Мохов И.Э. Создание архитектурных форм с применением аддитивных технологий в XX-XXI вв // Архитектон: известия вузов. 2019. № 2(66). С. 20.
7. Чумаков С.В., Фараджиева Т.И., Мельникова О.Г. Приемы и принципы работы автоматического строительного комплекса с использованием 3D-принтера для массового строительства индивидуальных жилых домов // Развитие городского строительства и хозяйства в трудах молодых ученых: сборник статей научно-практической конференции, проведенной в рамках конкурса «Строим новый город», Волгоград, 19 мая 2021 года. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2021. С. 42-44.