

УДК 69.002.5

СПОСОБЫ ВОЗВЕДЕНИЯ СТЕН ПРИ ПОМОЩИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**Н. В. РАЩИНСКИЙ***(Представлено: В. А. ХВАТЫНЕЦ)*

В статье рассмотрены различные варианты возведения стен при помощи аддитивных технологий. Описаны основные применяемые строительные материалы, а также положительные и отрицательные характеристики каждого метода.

Применение аддитивных технологий во всех отраслях промышленности уже успело показать свои сильные стороны, и строительная группа не стала исключением. Применение 3D-принтеров в строительстве позволяет возводить дома в кратчайшие сроки, с минимальным использованием бюджетных средств, рабочей силы и объёмных расходных материалов. Здания возводятся как на участке строительства, так и в заводских условиях отдельными конструктивными элементами. Так или иначе, у всех

3D-принтеров одна основная задача - создать здание с более дешёвыми, более прочными, более долговечными и разнообразными по структуре несущими конструкциями. К основным несущим конструкциям зданий относятся вертикальные и горизонтальные стены и перекрытия.

Все стены различаются по толщине, использованному материалу, прочностным характеристикам, тепло-, звукоизоляции и водостойкости. Тем временем способ аддитивных технологий позволяет возводить следующие виды стен: монолитные, бетонные ячеистые стены, с внутренним утеплителем и стены, возведённые способом адресного нанесения вещества.

Способ возведение монолитных стен прост: устанавливается специальный робот-манипулятор либо порталый принтер, настраивается на компьютере на внешние несущие стены здания, после чего начинает послойную печать стен непрерывной и цельной лентой [1]. Как правило, такой способ не требует опалубки, но иногда принтер сам программирует мини-опалубку. Данное конструктивное решение стен позволяет набрать большую прочность и жесткость здания, а при добавление специальных модифицирующих добавок улучшает адгезию и морозостойкость.

Способ возведения бетонных ячеистых стен чем-то похож на первый, разница лишь в том, что принтер печатает только внешнюю опалубку, напоминающую небольшие секции, являющиеся контурами жёсткости стены [2]. Чаще всего такой способ используется для возведения высокопрочных железобетонных зданий (рис. 1). После печати опалубки внутрь стен устанавливаются перемычки и если того требует конструктивная система также вводится арматура, после чего все ячейки стены заливаются тяжёлым бетоном либо мелкозернистым заполнителем.

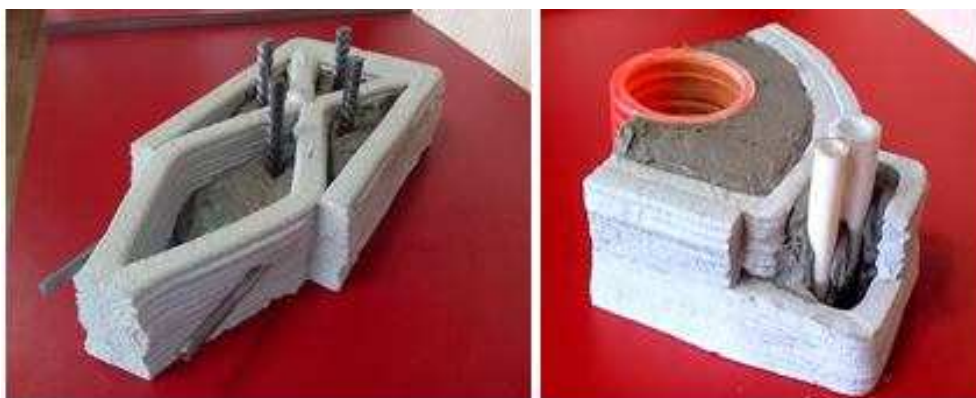


Рисунок 1. – Фрагмент бетонных ячеистых стен

Суть способа стен с внутренним утеплителем заключается в том, что сначала головкой экструдера послойно наращиваются внешняя и внутренняя стенки, а после 3д принтер при помощи специального программного обеспечения заполняет пространство между стенами пористым теплоизоляционным материалом или каким-либо вяжущим. При этом внешняя и внутренняя стена прочно соединены арматурой. Чаще всего для такой цели используется пенополиуретан в сочетании с минеральной ватой. Учёные из НГАСУ даже разработали новый вид полистиролбетона, который при печати саморасширяется и уплотняется, повышая тем самым конструктивные и теплоизоляционные свойства материала.

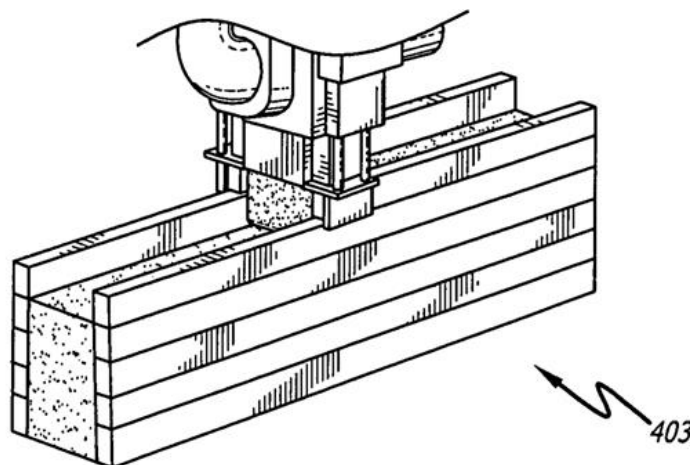


Рисунок 2. – Принцип заполнения межслойного пространства утеплителем

Суть способа возведения стен адресным нанесением связующего вещества заключается в том, что при помощи головки-манипулятора послойно наносится мелкий инертный заполнитель с пластифицирующими добавками, и поверх него накладывается связующее вещество, которое даёт возможность наращивать следующий слой в видоизмененном направлении [3, 4]. Такой способ возведения предоставляет возможность формировать стены самых различных форм и размеров.



Рисунок 3. – Пример конструкции с использованием способа адресным нанесением связующего вещества

Таким образом, можно сделать вывод о возможностях печати современных 3D-принтеров и о перспективности дальнейшего совершенствования и внедрения новых конструктивных решений строительства несущих элементов зданий. Дальнейшей разработкой данного направления может стать создание многослойной стены с различными материалами, утеплителями и звукоизолирующими средствами путём нанесения линейных равнокомпонентных слоёв с жёстким сцеплением материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Титов М. М., Барданова И. С. Способ возведения стен здания печатающим 3D принтером дискретной печатью. – 2019.

2. Крушельницкая Е.А. Материалы для строительных 3D-принтеров и варианты конструктивного решения зданий / Е.А. Крушельницкая, Н.В. Огнев, Чжан Цзяньдун, Ди Се, Л.А. Сулейманова // Международный студенческий строительный форум-2018 (к 165-летию со дня рождения ВГ Шухова). – 2018. – С. 255-259.
3. Гладкая П.А., Черняк Д. А. Особенности технологии «3D» бетонирования и оценки свойств бетонокомпозиционных смесей для ее реализации. – 2019.
4. Змушко Д.В., Кохнович Е.С., Скарина О.Н., Мажанова А.И. Строительная 3D-печать: оборудование, способы формования, сферы применения, особенности бетонокомпозитов. – 2017.
5. 3D-принтер D-Shape может печатать полноразмерные дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.km.ru/tekhnologii/2012/03/11/tekhnologii-i-resheniya/3d-printer-d-shape-mozhet-pechatat-polnorazmernye-dom> – Дата доступа: 20.09.2021.