

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С ПОМОЩЬЮ 3D-ПРИНТЕРА

А.О. Белов, СПб-122, III курс, С.Ю. Боев, СПб-122, III курс

Научный руководитель: Н.В. Гилязидинова, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

В настоящее время в строительной отрасли актуальными являются вопросы, связанные с сокращением сроков строительства, механизацией строительного производства, минимизация рисков строительных травм, уменьшение стоимости готовой продукции. Данные проблемы в той или иной степени в будущем может решить технология печати зданий и сооружений с помощью строительных 3D-принтеров.

Технологический процесс возведения зданий (рисунок 1) таким методом заключается в следующем: сначала производится подготовка территории для строительства, выравнивается участок, после чего экскаватором разрабатывается траншеи для устройства ленточного фундамента. Бетон для фундамента заливают рабочие. После этого монтируются рельсовые пути по двум сторонам будущего здания, по которым будет передвигаться установка Contour Crafting, которую устанавливают с помощью крана. Для полного охвата строящегося здания 3D-принтер передвигается по трём осям: ось X лежит вдоль рельсов, по оси Y регулируется высота и по оси Z происходит перемещение печатной головки. Когда здание возведено до уровня оконных проёмов, механизированные руки устанавливают перемычки, а затем, когда «печать» первого этажа завершена, укладывают металлический настил, который заливается бетонной смесью, и строительство продолжается.

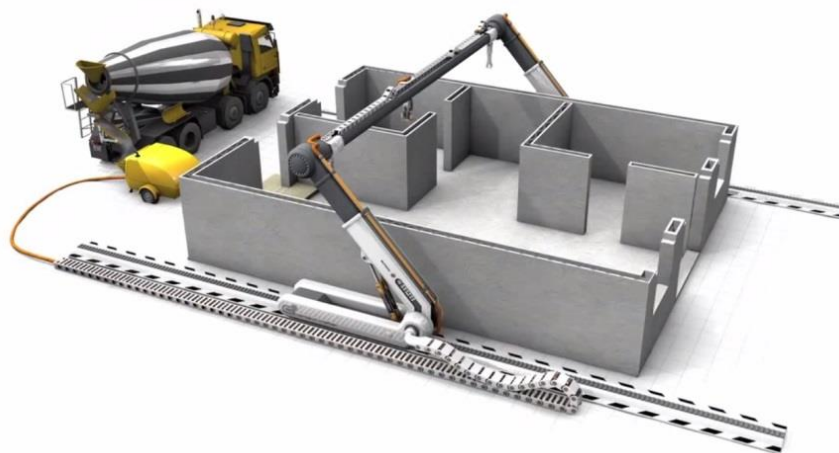


Рис. 1. Технология возведения здания с помощью 3D-принтера.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
21-24 апреля 2015 г., Россия, г. Кемерово

Работа печатной установки завершается после возведения каркаса здания. Кровельные и отделочные работы, а также установка окон и дверей выполняются рабочими.

Как и прочие строительные конструкции, стены, возведённые с помощью 3D-принтера, должны быть прочными, устойчивыми и иметь хорошие теплоизоляционные показатели. Конструкции стен, производимых методом экструдирования, имеют различные формы. Сначала возводится внутренний, наружный и средний слои стены, затем между ними зигзагообразно «печатается» внутренняя часть конструкции, выполняющая роль рёбер жёсткости. Для армирования существует два пути решения: введение в состав бетона стекловолокна или прокладка арматурных сеток между слоями наносимой бетонной смеси. В результате, полая стена обладает хорошей теплоизоляционной способностью, лёгкостью, а также, в пустотах стены можно прокладывать коммуникации и вентиляционные каналы. Таким образом, всего за несколько часов строительный 3D-принтер способен возвести здание до 6 метров. Конструкции стен представлены на рисунке 2.

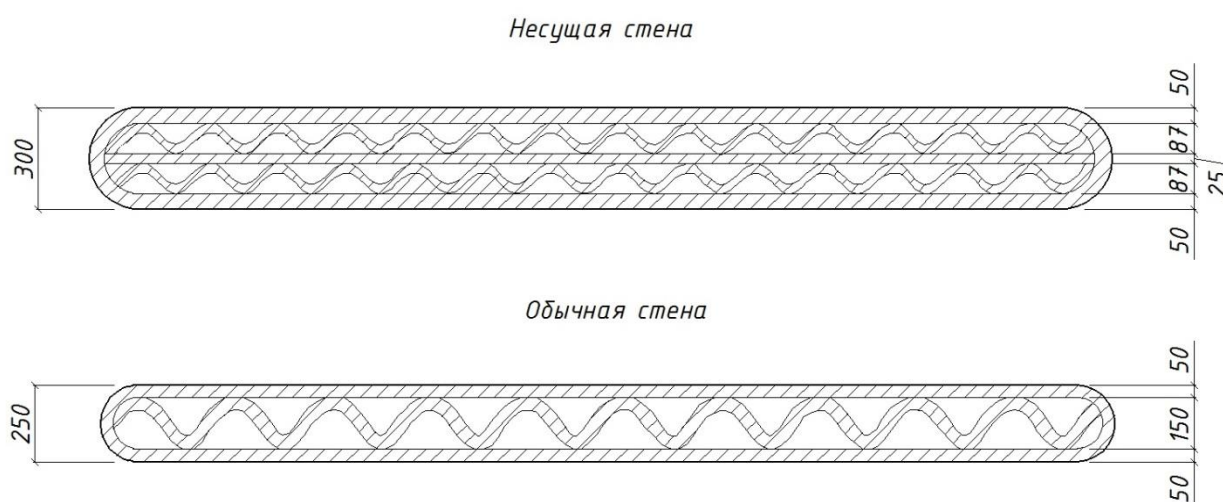


Рис. 2. Конструкция стен.

Материал, используемый в данной технологии строительства, должен обладать быстрым набором прочности, чтобы каждые уложенные слои могли нести нагрузку от последующих. В качестве такого материала мы предлагаем использовать активизированный бетон. Наиболее эффективным способом активации заполнителей за счёт увеличения поверхностной энергии является механохимическая обработка материала, достигаемая дроблением, измельчением и поверхностным истиранием твёрдофазных компонентов бетона.

Для опытного сравнения прочности бетона до и после активизации используем известняковый щебень – один из основных видов щебня. Результаты, представленные на рисунке 3 и 4, показывают, что процентное

содержание тонкомолотого заполнителя в бетоне не сильно влияет на прочностные характеристики, однако при этом скорость набора прочности значительно выше, чем у обычного бетона.

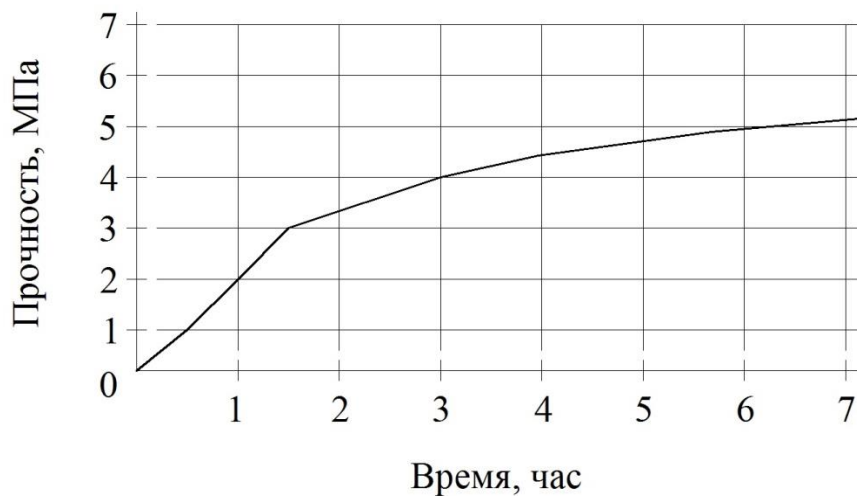


Рис. 3. Нарастание прочности бетона
с тонкомолотым заполнителем

После 2-3 часов бетон на тонкомолотых заполнителях достигает прочности в 3-4% от проектной (данные приведены на рисунке 4). Этого достаточно для того, чтобы выдерживать нагрузку от последующего слоя. Следовательно, применение бетона на тонкомолотых заполнителях в строительстве малоэтажных зданий методом экструзии с помощью 3D-принтера обосновано. Зависимость прочности тяжёлого бетона от количества тонкомолотого заполнителя представлена на рисунке 5.

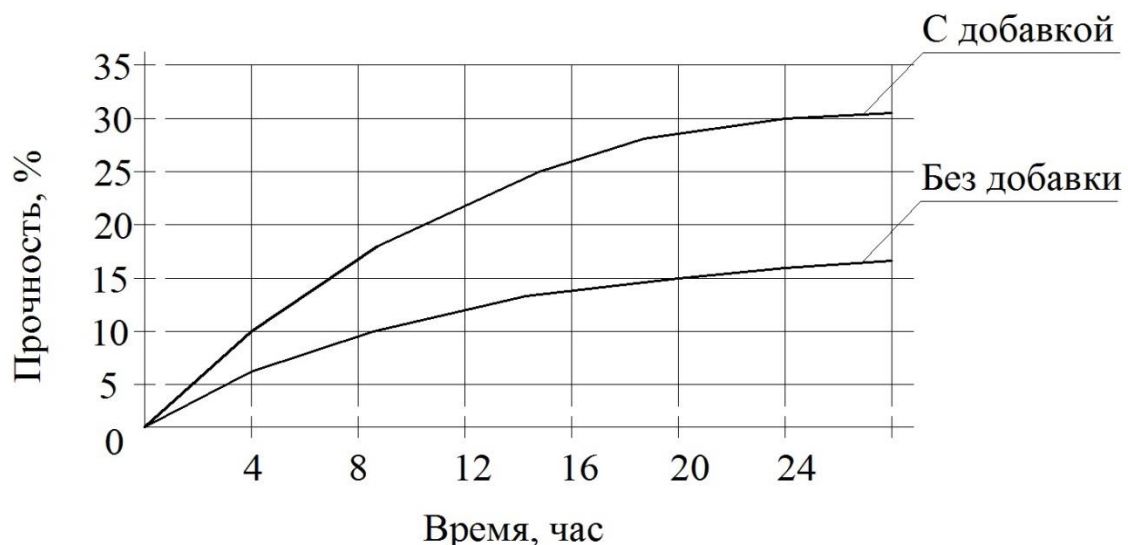


Рис. 4. Сравнение роста прочности обычного бетона и бетона с добавкой
тонкомолотого заполнителя



Рис. 5. Зависимость прочности тяжёлого бетона от количества тонкомолотого заполнителя.

Недостатком данного вида строительства на сегодняшний день является невозможность возведение зданий высотой более двух этажей. Однако, минимальные сроки строительства позволят в дальнейшем возводить новые города за рекордно короткие сроки, не теряя качества продукта на выходе. Строительство домов методом экструзии с помощью 3D-принтера снижает стоимость объекта на 50%, что говорит о доступности такого жилья. Также, не наносится вред экологии, так как при таком строительстве практически не остаётся никаких отходов производства.

В перспективе метод строительства домов методом экструзии позволит в короткие сроки возводить дома в зоне стихийных бедствий или иных катастроф, а также, в случае освоения Луны и Марса, эта технология позволит строить дома в условиях, непригодных для работы человека (низкие температуры, отсутствие кислорода и прочее).

Список литературы:

1. Баженов Технология бетона: Учебное пособие для вузов. - Москва: Высшая школа- 1978. - 455 с.
2. Печать домов на 3D принтере [Электронный ресурс] -<http://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/>- статья в интернете.
3. 3D-принтер для строительства [Электронный ресурс] - <http://www.freeapx.com/2014/05/31/3d-принтер-для-строительства/>- статья в интернете.
4. Кузнецов Е.О., Пустовгар А.П., Нефедов С.В. Тонкомолотые наполнители Silverbond в гипсовых сухих строительных смесях / Е.О. Кузнецов, А.П. Пустовгар, С.В. Нефедов // Строительные материалы. – декабрь 2010. - №12 (672) – С. 52-53

5. Изотов В.С., Ибрагимов Р.А.. Влияние добавок – ускорителей твердения на свойства тяжёлого бетона / В.С. Изотов, Р.А. Ибрагимов // Строительные материалы. – март 2010. - №3 (663). – С. 35-37
6. TEDxOjai — Behrokh Khoshnevis — Contour Crafting: Automated Construction
7. TEDxMedellin — Behrokh Khoshnevis — Robotic Construction by Contour Crafting.