

Особенности технологии «3D» бетонирования и оценки свойств бетонокомпозиционных смесей для ее реализации

Гладкая П. А., Черняк Д. А.

Научный руководитель – Самуйлов Ю. Д.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Современные инновационные 3D-технологии развиваются достаточно быстро и все больше внедряются в различные сферы деятельности человека. В последнее время значительное внимание уделяется такой разновидности 3D-технологий, как печать объектов на 3D-принтере, в которой используется метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели.

3D-печать бетоном представляет собой создание единичных и мелкосерийных бетонных и железобетонных изделий при помощи специализированных ЧПУ-станков (3D-принтеров) на основе файлов созданных в специализированных САПР программах. Создание изделия представляет послойное наложение бетонной смеси и раскладку элементов армирования.

3D-печать бетоном обладает рядом преимуществ для строительной отрасли, таких как высокая скорость создания единичного уникального изделия, малое количество персонала, необходимое для работы, снижение себестоимости дома и возможность использования любого состава бетона.

Для разработки состава сухой строительной смеси для строительного 3D-принтера и уточнения задачи исследования необходимо определиться с требованиями, которые должны предъявляться такому бетону как на стадии смеси, так и в затвердевшем состоянии. При этом можно условно выделить типовые требования и требования, обусловленные особенностями технологии (табл. 1).

Несомненно, строительный 3D-принтер предназначен для того, чтобы увеличить производительность работы, которая будет зависеть от скорости его печати, которая в свою очередь будет зависеть от скорости застывания бетона. Но нельзя бесконечно усиливать действие добавки-ускорителя, так как возникает опасность ухудшения качества изделия.

Для уменьшения оплывания можно уменьшить вес бетонной массы, вводя в смесь диатомитовые шарики, используя вместо кварцевого горный песок или молотый керамзит. Также можно уменьшить толщину наносимого слоя.

Для увеличения прочности бетона (как при изготовлении ваз) желательно использовать золу и произвести армирование смеси введением полиэфирной фибры, базальтового или стекловолокна. Для уменьшения потерь водной составляющей (поскольку изделие не изолируется от окружающей среды) необходимо в состав смеси вводить эфиры целлюлозы.

Таблица 1- Общие требования к составам мелкозернистого бетона для строительного 3D-принтера

Стадия бетонирования («печати»)	Общие требования	
	Типовые	Обусловленные особенностями технологии
Требования к смеси	1. Связность (сплошность)	1. Формоустойчивость 2. Способность полноценной гидратации в тонком слое. 3. Регулируемость сроков схватывания
Требования к затвердевшему бетону	1. Прочностные характеристики в проектном возрасте. 2. Деформационные характеристики (начальный модуль упругости, ползучесть) 3. Морозостойкость .	1. Регулируемость кинетики твердения 2. Обеспечение прочности сцепления между соседними слоями 3. Ограничение усадочных деформаций

На сегодня в мире создано достаточно большое количество технических решений 3D-принтеров, предназначенных для различных способов формования.

Известные способы формования элементов зданий и сооружений, при использовании технологии 3D-печати, условно можно разделить на три типа:

1. Послойное формование несъемной опалубки мелкозернистой фибробетонной смесью с различными модифицирующими добавками, с последующим заполнением полостей опалубки газо- или пенобетоном, либо отверждающими пенополимерами.

2. Послойное формование несъемной опалубки отверждающими пенополимерами с последующим заполнением полостей опалубки бетонной смесью.

3. Адресное разбрызгивание связующего вещества на послойно наращиваемый объем инертного мелкого заполнителя.

В связи с широким интересом к инновационной 3D-технологии в строительстве, в Республике Беларусь также начата ее разработка. В настоящее время в БНТУ ведутся работы по созданию вариативной имитационной модели инновационного процесса производства изделий из бетонокомпозитных материалов с использованием разомкнутых кинематических механизмов методом натурального прототипирования. Конечная цель данного проекта – это разработка оборудования и технологии устройства стен, перегородок и других конструктивных элементов зданий при помощи строительной 3D-печати.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аддитивная технология: описание, определение, особенности применения и отзывы. Аддитивные технологии в промышленности [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://fb.ru>
2. Обзорная статья по 3D строительным технологиям [Электронный ресурс], – Режим доступа: <https://geektimes.ru>
3. СТБ 1545-2005. Смеси бетонные. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 2005-07-01. – Мн: Минстройархитектуры, 2005.
4. Топ-6 строительных принтеров для 3D-печати домов [Электронный ресурс], – Режим доступа: <http://robotrends.ru>