

УДК 691

## СМЕСЬ ДЛЯ ПОСЛОЙНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Лукашова Ю. К., студент гр. ЭНб-161, I курс  
Научный руководитель: Каргин А. А., ст. преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачёва  
г. Кемерово

Применение в строительном производстве современных цифровых методов моделирования и 3-д печати открывает новые горизонты для использования бетонов и строительных смесей на основе цемента. Возможность строительства бетонных конструкций без опалубки является важным преимуществом с точки зрения скорости производства, архитектурной свободы и снижения себестоимости. Известно, что затраты на опалубочные работы составляют 35-60% от общей стоимости возведения бетонных конструкций [1]. Кроме того, такой подход делает возможным замену человеческого труда на работу программируемых роботов, что позволяет реализовывать цифровые методы строительства в сильно загрязненных средах и сложных пространственных условиях [2].

Технология автоматизированного строительства методом экструзии может обладать необходимой эффективностью, надежностью, и получить внедрение в промышленном масштабе. Тем не менее, основным сдерживающим фактором является постепенное упрочнение материала с течением времени: материал должен быть достаточно прочным, чтобы выдержать вес вышележащих слоев. Это ограничение может привести к снижению производительности.

Целью исследования являлось получение смеси для послойного изготовления строительных конструкций со сбалансированными свойствами путем оптимизации состава. При этом наибольшее предпочтение для использования в его составе отдавалось отходам промышленных предприятий города Кемерово.

В лаборатории кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости Кузбасского государственного технического университета по итогам ряда экспериментов была получена сырьевая смесь для послойного изготовления строительных конструкций, включающая: портландцемент, тонкомолотый кварцевый песок, золу-унос ТЭС и воду. Выбор компонентов смеси не случаен: каждый из них играет определенную роль в составе смеси.

Зола-унос ТЭС в составе смеси используется для снижения расхода цемента и уменьшения сроков схватывания.

Тонкомолотый кварцевый песок представляет собой продукт дробления твёрдых и плотных горных пород до величины удельной поверхности порошка от 4000 до 5000 см<sup>2</sup>/г.

Введение тонкомолотого кварцевого или гранитного песка способствует интенсивному процессу гидратации портландцемента, особенно в начальные сроки твердения. Тонкомолотый кварцевый или гранитный песок, благодаря его высокой удельной поверхности, способствует хемосорбционному взаимодействию с цементным тестом. При этом образуются новые химические соединения, которые очень прочно удерживаются и на поверхности цементного камня, и на поверхности золы-унос ТЭЦ [3].

Приготовление смеси для послойного изготовления строительных конструкций осуществляли в смесителе принудительного действия. Тонкомолотый кварцевый или гранитный песок смешивают с золой-унос ТЭС в смесителе в течение 30 секунд, затем добавляют портландцемент.

Далее вводили воду в смеситель и перемешивали в течении 60 секунд. Готовую смесь через экструзионную головку наносили на целевую поверхность за один подход. Далее на первый слой наносили последующие таким образом, чтобы минимальный временной интервал между нанесением двух соприкасающихся слоев был не менее 30 мин. Повторяли нанесение слоев смеси до образования необходимого объекта.

Составы смеси для послойного изготовления строительных конструкций приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение характеристик полученных составов.

Сравнительные характеристики	Составы смеси		
	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Прочность при сжатии через 30 мин. после нанесения слоя, кПа	2,70	3,60	3,20

Таким образом, введение в состав смеси для послойного изготовления строительных конструкций тонкомолотого кварцевого или гранитного песка приводит к оптимизации гранулометрического состава, при этом происходит интенсификация набора прочности смеси, что приводит к сокращению сроков схватывания.

Благодаря комплексному воздействию на смесь для послойного изготовления строительных конструкций каждого компонента, удалось получить смесь с оптимальной скоростью набора прочности, необходимой для обеспечения достаточной текучести при экструзии и стабильности после укладки.

### Список литературы

1. Lloret E, Shahab AR, Linus M, Flatt RJ, Gramazio F, Kohler M, Langenberg S (2015) Complex concrete structures: merging existing casting techniques with digital fabrication. *Comput-Aided Des* 60:40–49.

2. Cesaretti G, Dini E, De Kestelier X, Colla V, Pambaguian L (2014) Building components for an outpost on the lunar soil by means of a novel 3D printing technology. *Acta Astronaut* 93:430–450.
3. Добавки в бетоны и строительные растворы учебно-справочное пособие / Под ред. Л.И. Касторных – 2-е изд. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 221 с.