

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шведовой Марии Александровны  
«Цементные композиты, модифицированные полифункциональной  
добавкой с наночастицами  $\text{SiO}_2$  для строительной 3D-печати»,  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
2.1.5. Строительные материалы и изделия

Диссертационное исследование Шведовой Марии Александровны посвящено разработке цементных композиционных материалов, предназначенных для использования в строительной 3D-печати. Реализация поставленной цели осуществлялась путем целенаправленного управления структурой цементных композитов на разных масштабных уровнях, в том числе с помощью многокомпонентной полифункциональной добавки «наноразмерные частицы  $\text{SiO}_2$  – суперпластификатор – полипропиленовое волокно».

Соискателем выделены основные требования к технологическим характеристикам пластичности и формоустойчивости цементных смесей, которые могут быть использованы для строительной 3D-печати: предел пластичности ( $K_i(I)$ ) – от 1,3 до 1,4 кПа; структурная прочность ( $\sigma_0$ ) – от 1,5 до 3,5 кПа; пластическая прочность ( $\sigma_{пл}$ ) – от 34 до 46 кПа; уровень начала трещинообразования ( $\Delta_{пл}$ ) – от 0,06 до 0,13 мм/мм. Вышеуказанные показатели являются критериями для возможности бездефектной экструзии слоя и безопалубочной укладки до 35 – 45 слоев смеси без деформирования и трещинообразования слоев, исходя из величины давления от одного слоя 1 кПа. Актуальность исследований и предложенный подход к реализации поставленной цели не вызывает сомнений.

По результатам проведенного исследования разработаны композиционные цементные смеси, модифицированные многокомпонентной полифункциональной добавкой «наночастицы  $\text{SiO}_2$  – суперпластификатор – полипропиленовое волокно», обладающие следующими показателями пластичности и формоустойчивости:  $K_i(I) = 0,90 - 3,66$  кПа,  $\sigma_0 = 1,17 - 5,44$  кПа,  $\sigma_{пл} = 26,75 - 57,80$  кПа,  $\Delta_{пл} = 0,07 - 0,14$  мм/мм. Отмечается, что применяемая добавка способствует формированию достаточно плотной микроструктуры из гидросиликатов кальция различной основности преимущественно пластинчатой и волокнистой морфологии, что обеспечивает разработанным цементным композитам достаточно высокие прочностные характеристики –  $35 \div 53$  и  $82 \div 85$  МПа через, соответственно, 1 и 28 суток твердения. Плотность разработанных цементных композитов варьируется в интервале от 2100 до 2300 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение для составов Ц–В–СП–КНД–П–ВЛ и Ц–В–СП–КНД–ИМ–ВЛ составляет 7,1 и 11,2 %, марка по морозостойкости – F150, усадочные деформации в эксплуатационном диапазоне обезвоживания – менее 0,08 мм/м, а при полном обезвоживании – менее 1,35 мм/м).

Результаты работы изложены в 26 публикациях, в том числе 5 – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК; 3 – в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах данных и системах цитирования Web of Science и Scopus. Получен патент на наномодифицированный цементный композит для строительной 3D-печати.

