

Доклад «Высокопрочные легкие бетоны рядовых марок» на круглом столе «Пеностеклокерамика и пеностекло - материалы XXI века» на выставке Interglass 2015

Как известно, в действующей нормативной документации под высокопрочными бетонами принято понимать бетоны с пределом прочности при сжатии более 60 МПа. Это определение сформулировано для тяжелых бетонов, средняя плотность которых составляет 2200-2400 кг/м³. Используя параметр коэффициента конструкционного качества, учитывающих и прочность, и плотность материала – так называемую удельная прочность, значение которого для обозначенных выше бетонов составляет более 25 МПа. Таким образом, переходя к легким бетонам, средняя плотность которых в 1,5-2,0 раза меньше, можно посчитать, что удельную прочность высокопрочных бетонов средней плотности 1300-1500 кг/м³ должны иметь предел прочности при сжатии от 32,5 МПа.

В ранних трудах в центре «Наноматериалы и нанотехнологии» МГСУ были опубликованы результаты исследований, направленных на получение высокопрочных легких бетонов бетон. Полученная технология позволяет изготавливать бетон со следующими основными характеристиками, которые вы можете видеть на слайде. При этом такие бетоны на полых керамических микросферах дополнительно обладают высокими эксплуатационных свойств, достижение которых обуславливает оптимизацией рецептурных и технологических особенностей приготовления, а так же за счет применения специальных добавок, снижающих деформативность.

В совокупности все это обеспечивает широкую область применения таких бетонов в строительстве высотных зданий, мостов, специальных объектов различного назначения. Другими словами на тех объектах, где требуется высокая надежность и долговечность конструкций, что сложно отнести к массовому строительству.

Анализ действующих серий и сводов правил, используемых для изготовления рядовых железобетонных сборных и монолитных изделий, показывает, что наиболее применяемые марки бетона лежат в диапазоне М200-М350.

Таким образом, совокупность высокой прочности разработанных высокопрочных легких бетонов и его цена, определяемая стоимостью полого наполнителя, сдерживают внедрение такого бетона. Очевидные эксплуатационные преимущества такого бетона сталкиваются с инертностью производителей в желании его использования на своих предприятиях, что вызвано необходимостью изменению технических условий на изделия и проектной документации строительных объектов. Консерватизм в этих вопросах ставит актуальные задачи по оптимизации составов высокопрочного легкого бетона для получения рядовых марок и снижение стоимости такого материала.

Для решения этих задач необходимо найти компромисс между используемыми сегодня керамзитовыми заполнителями и редкими для строительной отрасли полыми микросферами. Таким заполнителем, объединяющим доступность сырья, относительную простоту технологии изготовления и цены керамзита с геометрические и физико-механические свойства полых сфер, может стать гранулированный стеклокерамический наполнитель.

Доступное кремнеземсодержащее сырье во всех регионах Российской Федерации, адаптивная технология получения с пониженным расходом энергии при производстве по сравнению с керамзитом позволит получать сырье для производства легкого бетона с заданными характеристиками.

С учетом ГОСТа на легкие бетоны, можно рассчитать, что бетоны со средней плотностью 1100-2000 кг/м³ являются высокопрочными при $R_{сж}=27,5-42,5$ МПа.

Таким образом, с учетом наиболее распространенных марок бетона для рядового строительства на слайде приведена классификация высокопрочных легких бетонов. Видно, что разработка бетонов со средней плотностью в диапазоне 1100-1700 кг/м³ покрывает широкую область применения бетона как для рядового строительства, так и для зданий и сооружений специального назначения. При этом возможность снижения средней плотности тяжелого бетона при сохранении прочности до 35 МПа является наиболее перспективным для исследований и внедрения в промышленность.

В настоящее время разработка технологии производства аналогичного заполнителя с переменным успехом ведется в различных регионах России. В нашей лаборатории были проведены предварительные исследования составов бетона с гранулированным материалом, полученного в НИЦ Строительство ЦНИИСК. Результаты исследования приложены на слайде. Видно, что использование стекло-керамического легкого заполнителя размером до 1 мм позволяет получать бетон с прочностью до 53 МПа. При этом расход цемента может быть снижен до 375-450 кг/м³, а дополнительное модифицирование, направленное на снижение дефектности структуры, свидетельствует о перспективности использования такого рода заполнителя для решения поставленных выше задач.

Возможность производства стекло-керамического заполнителя с заданными свойствами и наличие соответствующей нормативной документации являются обнадеживающими предпосылками для развития направления высокопрочных легких бетонов в рядовом строительстве, что подкрепляется возможностью получения высоких показателей бетона по прочности и его доступной ценой.

Выводы:

- действующая нормативно-техническая база свидетельствует о том, что рядовыми марками для изготовления строительных конструкций жилых и общественных зданий является М200-М350, что для легкого бетона средней плотность 1100-2000 кг/м³ соответствует удельной прочности 10,0-31,8 МПа;
- разработка высокопрочного легкого бетона ($R_{уд} \geq 25$ МПа) позволит изготавливать ЖБИ рядовых марок с меньшей в 1,5-2,0 раза по сравнению с тяжелым бетоном массой при сохранении несущей способности;
- перспективным по физико-механическим свойствам и экономически привлекательным заполнителем для высокопрочных легких бетонов рядовых марок является гранулированный стекло-керамический заполнитель, использование которого позволяет получить легкий бетон (менее D1800) с пределом прочности при сжатии до 50 МПа;