

Физико-механические свойства конструкционного бетона во взаимосвязи с гранулометрией заполнителя

Костюкович А.Н., Мытько С.О.

Научный руководитель – Федорович П.Л.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В данной работе представлены результаты исследований, направленных на решение проблемы рационального использования побочного продукта технологического процесса производства гранитного щебня, образующегося в виде мелких фракций (менее 5 мм) и называемого гранитным отсевом.

В строительной отрасли Беларуси преобладают мелкие пески. Как известно, с уменьшением количества фракций и их размеров в мелком заполнителе неизбежно возрастает объем цементного теста, то есть растет расход цемента. Эту проблему может решить прием обогащения природных песков крупными фракциями гранитного отсева.

Для оценки физико-механических свойств бетона на обогащенном природном песке были проведены экспериментальные испытания. Под каждый вид испытаний изготавливали образцы 5 вариантов состава бетона, отличающихся модулем крупности песка в диапазоне от $M_k \geq 1,0$ до $M_k = 3, 5$.

Были получены следующие результаты испытаний.

Водопоглощение бетона (по массе и объему), характеризующее объем открытой, сообщающейся капиллярной пористости, снижается в соответствии с увеличением доли крупных фракций гранитного отсева с 4,55% до 3,4% – 2,45%, т.е. в 1,3...1,85 раза или на 30...85%. Соответственно этому растет плотность структуры и непроницаемость бетона.

Морозостойкость бетона повышается в 2-3 раза в сравнении с бетоном на песке с $M_k = 1,0$ (с «F100» до «F300» и более), за счет снижения проницаемости бетона, формирования более плотной структуры и повышения прочности, т.е. создания необходимых предпосылок для устойчивости бетона к попеременному замораживанию-оттаиванию и воздействию сопровождающих эти процессы явлений: увеличения в объеме замерзающей «свободной» жидкости,

ее миграции, различных по уровню деформаций в объеме цементного камня и бетона и других деструктивных факторов.

Таблица 1

Характеристика состава бетона для испытаний

№ состава бетона	Номинальный расход материалов, кг/м ³					Вода / В/Ц	Средняя плотность бетонной смеси фактическая, кг/м ³	ОК, см
	цемент	щебень фр. 5-20	Мелкий заполнитель, кг					
			Песок	Отсев	Мк, д.ед.			
1	350	1150	700	-	1,0	190 / 0,54	2412	≈3
2	350	1150	492	208	2,0	175 / 0,5	2447	≈3
3	350	1150	389	311	2,5	175 / 0,5	2460	≈3
4	350	1150	288	412	3,0	175 / 0,5	2483	≈2,5
5	350	1150	185	515	3,5	175 / 0,5	2495	≈2,5

Коррозионная стойкость в среде солей-хлоридов возрастает в закономерной связи со снижением водопоглощения и проницаемости бетона на обогащенном крупными фракциями отсева песке. Это же относится и к устойчивости к воздействию пресной воды, имитируемой испытаниями на переменное увлажнение-высушивание, которые способны вызвать деструкцию бетона, что проявилось в образцах на тонком природном песке с Мк=1,0 и не оказало влияния на образцы с обогащенным заполнителем.

В целом, по всем исследованным эксплуатационным свойствам обогащение исходного песка с Мк=1,0 крупными фракциями гранитного отсева позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики конструкционного тяжелого бетона. Его эффективность базируется на обеспечиваемом росте плотности и прочности бетона, который, в свою очередь, основывается на улучшении соотношения фракций и снижении пустотности мелкого заполнителя, снижении его удельной поверхности, повышении качества сцепления поверхности заполнителя с цементным камнем, снижении водо-

содержания (соответственно – водоцементного отношения) при сохранении равноподвижности бетонной смеси.

Для оценки возможности снижения фактического расхода цемента были взяты составы бетона на обогащение до $M_k \sim 2,5$; 3,0 и 3,25, которые на стадии определения прочности бетона в проектном возрасте (твердение до 28 сут. в нормально-влажностных условиях) показали наибольшие приросты прочности. На их основе были изготовлены и испытаны серии (4...6 шт.) образцов с уменьшением на 10% и 20% расхода цемента. Прочие условия были равны: осадка конуса во всех случаях соответствовала марке «П 1», изменяясь с уменьшением расхода цемента (от 350 кг до 280 кг) с 3...4 см до 1...2 см.

Обобщение данных показывает, что при сохранении принципа равенства прочности бетона на природном песке с $M_k \leq 2,0$ и обогащенном до $M_k \geq 2,5$ возможно снизить расход цемента на 10...20% на каждом производимом на мелкозернистых песках 1 м^3 бетона. При этом одновременно не только не снижаются, но становятся более высокими качественные характеристики бетона и, как следствие, улучшаются эксплуатационные свойства бетона.

По оценкам фактического положения дел на РУПП «Гранит» гранитный отсев по массе составляет 30...35% от исходной горной породы, идущей на производство щебня, и до настоящего времени практически не используется, накапливаясь в отвалах промышленной площадки предприятия. В связи с вышесказанным было бы рациональным использовать гранитный отсев в технологии бетонов и растворов для обогащения местных природных песков.

Литература:

1. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. – М.: Стройиздат, 1981 – 464 с.
2. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н. и др. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.
3. Тейлор Х. Химия цемента. Пер. с англ. – М.: Мир, 1996. – 560 с.
4. СТБ 1168-99 Метод контроля коррозионного состояния стальной арматуры в бетоне и защитных свойств бетона.

5. ГОСТ 12730.0(2)-84 Бетоны. Методы определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости.
6. ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний.
7. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.
8. СТБ 1545-2005 Смеси бетонные. Методы исследований.
9. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
10. ГОСТ 18105-86 Бетоны. Правила контроля прочности.