

УДК 691

**ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ
ВЫСОКОПОДВИЖНЫХ СМЕСЕЙ С
ОТСЕВАМИ КАМНЕДРОБЛЕНИЯ***Л. М. Усепян, А. Г. Тароян, Л. И. Касторных*

Донской государственной технической
университет, г. Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

leonidusepyan@gmail.comtaroyan2016@yandex.rulikas9@mail.ru

Рассматривается методика определения эффективности применения отсевов камнедробления при производстве железобетонных изделий из высокоподвижных и самоуплотняющихся бетонных смесей. Показаны условия труда и производительность бетонщиков: снижение трудозатрат, устранение опасности поражения электрическим током, снижение уровня шума и вибрации в процессе производства.

Ключевые слова: отсева камнедробления, растекаемость смеси, высокоподвижная бетонная смесь, самоуплотняющаяся бетонная смесь, гиперпластификатор.

Введение. В последнее время получили широкое применение высокоподвижные и самоуплотняющиеся бетонные смеси. Перспективным является их использование для производства сборного железобетона, устройства монолитных высокопрочных бесшовных полов, торкретбетонирования, реставрации и усиления конструкций. Самоуплотняющиеся бетонные смеси — это материал, способный уплотняться под действием собственного веса, полностью заполняя форму даже в густоармированных конструкциях. Высокая текучесть таких смесей позволяет использовать их в производстве густоармированных изделий, в том числе таких ответственных конструкций, как сваи [1]. При формовании железобетонных изделий из высокоподвижных и самоуплотняющихся смесей повышается надежность сцепления арматурных элементов с бетоном, что является несомненным преимуществом их использования.

Эффективное использование природных ресурсов является одной из наиболее важных задач производства строительных материалов. Путем применения различных отходов промышленности в составе бетонных смесей возможна не только их утилизация, но и улучшение физико-механических свойств, а также экономических показателей производства изделий [2, 3].

Основная часть. Материалы из отсевов камнедробления применяют в соответствии с действующими нормативными документами в качестве заполнителей и наполнителей для бетонов, строительных растворов, сухих строительных смесей, для производства кровельных,

UDC 691

**FEATURES OF REINFORCED CONCRETE
PRODUCTS MANUFACTURE FROM
HIGHLY-MOBILE MIXES WITH STONE
CRUSHING SCREENINGS***L. M. Usepyan, A. G. Taroyan, L. I. Kastornykh*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

leonidusepyan@gmail.comtaroyan2016@yandex.rulikas9@mail.ru

The article considers the methods of efficiency determination of stone crushing screenings in the production of concrete products from highly mobile and self-compacting concrete mixes. It shows the working conditions and performance of concrete workers: reduced labor costs, elimination of risk of electric shock, reduction of noise and vibration in the production process.

Keywords: stone crushing screenings, mix spreadability, highly-mobile concrete mix, self-compacting concrete mix, hyperplasticizer.

керамических материалов, приготовления смесей при устройстве оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов [4].

Особенностью применения отсева камнедробления при производстве бетонных смесей является повышение их водопотребности, так как зерна щебня после дробления имеют развитую обломочную и шероховатую поверхность [5].

При использовании мелких зерен отсевов камнедробления силы трения между остроугольными контактами увеличиваются. Это приводит к снижению растекаемости смесей. В этом случае обязательным технологическим приемом для уменьшения водопотребности смесей является использование высокоэффективных гиперпластификаторов [6].

Высокоподвижные и самоуплотняющиеся бетонные смеси должны производиться в бетоносмесителях турбулентного или планетарного действия, которые обеспечивают полное перемешивание и получение высокооднородных смесей. Доставку бетонной смеси от бетоносмесительного узла до формовочного поста на заводе необходимо осуществлять с помощью адресной подачи в кубелях, а в условиях строительной площадки — с помощью бетононасоса, что обеспечит её сохранность и отсутствие расслаиваемости. Режим тепловлажностной обработки при производстве железобетонных изделий из высокоподвижных смесей должен быть «мягким» при невысоких температурах: выдержка до подачи теплоносителя — 4 ч., медленный подъем температуры до 60°C — 3 ч., обогрев в течение 8–10 ч. и остывание до температуры окружающей среды 3–4 ч.

Применение отсева камнедробления в высокоподвижных и самоуплотняющихся смесях повлечет за собой как снижение себестоимости продукции, так и улучшение свойств формируемых изделий [7].

Целью исследования является определение оптимальной дозировки отсева камнедробления, применяемого взамен щебня, для железобетонных изделий из высокоподвижных и самоуплотняющихся смесей.

Для определения свойств бетонов с отсевами камнедробления использованы следующие материалы:

— сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками класса ЦЕМП–42,5Н–СС ОАО «Верхнебаканский цементный завод» по ГОСТ 22266: активность 50 МПа; истинная плотность 3,15 г/см³; насыпная плотность 1170 кг/м³; нормальная густота цементного теста 27,5 %; удельная поверхность 4015 см²/г; коэффициент эффективности при тепловой обработке 0,77;

— песок кварцевый природный карьера «Цыганский» по ГОСТ 8736: истинная плотность 2,65 г/см³; насыпная плотность 1445 кг/м³; модуль крупности 1,13; пустотность 45,5 %;

— отсев дробления щебня из песчаника ООО «Донской камень» фракций 2,5–5 мм по ГОСТ 31424: истинная плотность 2,66 г/см³; насыпная плотность 1320 кг/м³; модуль крупности 3,97; пустотность 50,4 %;

— щебень из песчаника ООО «Донской камень» смеси фракций 5–15 мм по ГОСТ 8267: истинная плотность 2,66 г/см³; насыпная плотность 1500 кг/м³; пустотность 43,6 %; прочность 120 МПа;

— МС Muraplast FK 63 — гиперпластификатор на основе эфиров поликарбоксилатов, обладающий сильным разжижающим действием, дозировка добавки – 1,5 % от массы цемента;

— вода питьевая водопроводная по ГОСТ 23732.

Гиперпластификатор MC Muraplast FK 63 — это добавка нового поколения на основе полимера эфиров поликарбоксилатов, особо сильная эффективность которой проявляется за счет электростатического и пространственного эффекта отталкивания. Преимущества использования данной добавки: высокая ранняя и конечная прочности бетонов, получение особо высокопрочных и долговечных бетонов, получение самоуплотняющихся бетонов, незначительно влияет на сроки схватывания цемента при длительном сохранении подвижности бетонной смеси.

Приготовление и испытание бетонных смесей выполнено по стандартной методике ГОСТ 10181, изготовление, хранение и испытание контрольных образцов-кубов — по методике ГОСТ 10180. Оценка пластифицирующего эффекта и ускоряющего действия добавок выполнено по методике ГОСТ 30459 в соответствии с требованиями ГОСТ 24211.

Растекаемость самоуплотняющихся смесей определена по диаметру расплыва конуса бетонной смеси по методике EN 12350.5 [8].

Для определения влияния мелкозернистых фракций отсева на свойства высокоподвижных и самоуплотняющихся бетонных смесей приготовлены 4 состава. Показатели конструктивности и свойства бетонных смесей представлены в таблице 1, а физико-механические характеристики бетонов — в таблице 2.

Таблица 1

Показатели конструктивности и свойства бетонных смесей

Состав	Расход материалов на 1 м ³ , кг						Диаметр расплыва, см	В/Ц	$\frac{П+О}{Щ}$
	Цемент	Вода	Песок	Отсев	Щебень	FK-63			
1	418	206	476	204	1099	6,3	58	0,49	0,62
2	413	214	506	217	1033	6,2	55	0,52	0,70
3	408	220	536	230	970	6,1	60	0,54	0,79
4	407	227	570	244	916	6,1	48	0,56	0,89

Таблица 2

Физико-механические показатели бетонов

Состав	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа, в возрасте, сут.				Ц/В	K _ц
		1	7	14	28		
1	2375	17,6	38,2	48,1	58,7	2,03	7,12
2	2365	15,2	37,1	44,2	52,5	1,93	7,87
3	2360	14,0	34,6	39,8	49,7	1,85	8,21
4	2310	13,6	31,2	38,1	48,7	1,79	8,36

Эффективность использования отсевов камнедробления взамен щебня и снижения водопотребности за счет применения водоредуцирующей добавки установлено по коэффициенту K_ц — удельному расходу цемента на единицу прочности бетона:

$$K_{ц} = Ц/R_{28} \quad (1)$$

где Ц — расход цемента на 1 м³ бетона, кг;

R_{28} — прочность бетона в проектном возрасте, МПа.

В ходе исследований установлено влияние соотношения масс мелкого и крупного заполнителей на изменение водопотребности смесей. Зависимость расхода воды от расхода заполнителей представлена на рис. 1. Увеличение доли мелкозернистых фракций неизбежно приводит к увеличению водопотребности бетонной смеси. При изменении соотношения (П+О)/Щ от 0,6 до 0,9 водопотребность смесей увеличивается на 10 %. Даже использование высокоэффективной водоредуцирующей добавки МС Muraplast FK 63 не снижает водопотребность смеси. Бетонная смесь при максимальной дозировке отсева (состав 4) уже теряет способность к самоуплотнению, так как не достигает требуемой растекаемости 55 см.

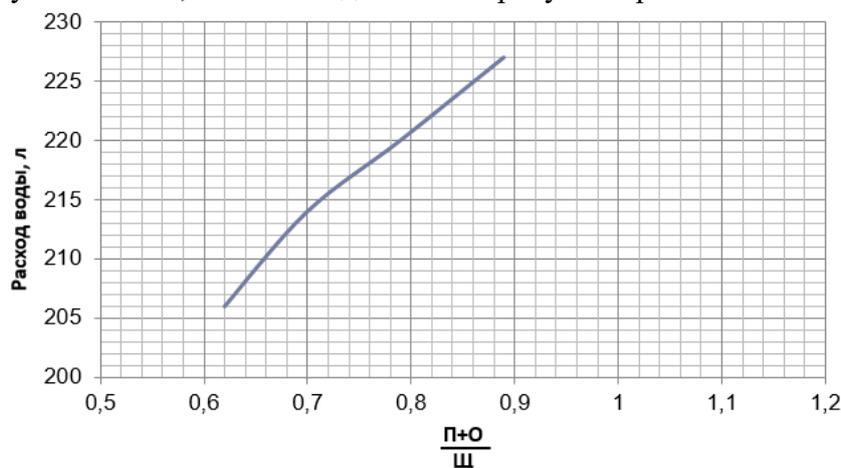


Рис. 1. Зависимость водопотребности смесей от расхода заполнителей

Фактор увеличения водопотребности бетонных смесей при увеличении доли мелкозернистых фракций отражается на снижении прочности бетонов (рис. 2). Об этом свидетельствует и увеличение коэффициента $K_{ц}$, то есть при увеличении расхода воды потребуются и увеличение расхода цемента для достижения требуемой прочности.

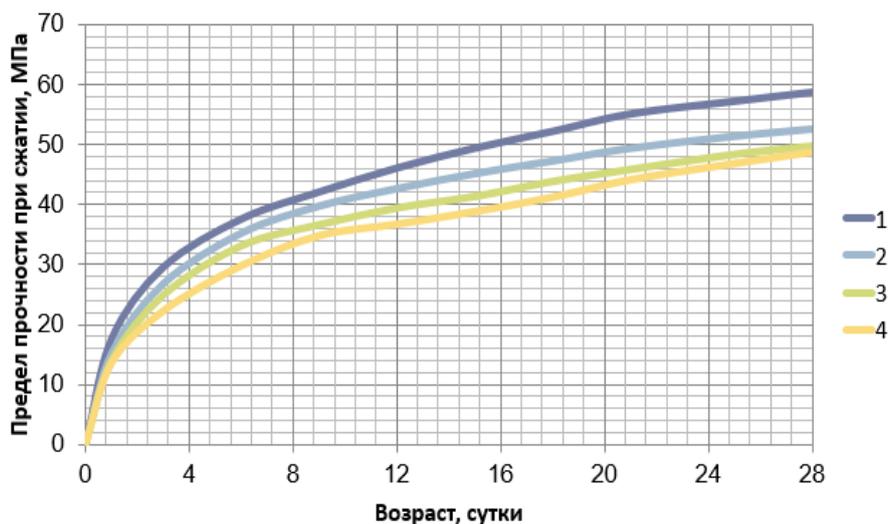


Рис. 2. Кинетика набора прочности бетонов составов 1–4

Заключение. Выполненные исследования показали эффективность применения отсевов камнедробления при производстве железобетонных изделий из высокоподвижных и

самоуплотняющихся бетонных смесей. Замена крупного заполнителя отсевом дробления щебня при оптимальной дозировке в количестве 10 % (состав 3) обеспечивает максимальную растекаемость бетонной смеси и получение бетона требуемой прочности. Использование эффективных водоредуцирующих добавок в составе бетона позволит компенсировать увеличение водопотребности смеси.

Изготовление железобетонных изделий из высокоподвижных и самоуплотняющихся бетонных смесей с использованием отсевов камнедробления повышает и социальную привлекательность труда бетонщиков: снижаются трудозатраты, устраняется опасность поражения электрическим током, исключаются шум и вибрация в процессе производства.

Библиографический список

1. Несветаев, Г. В. Технология самоуплотняющихся бетонов / Г. В. Несветаев // Строительные материалы. — 2008. — №3. — С. 24–28.
2. Калашников, В. И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов / В. И. Калашников // Строительные материалы. — 2008. — №3. — С. 20–22.
3. Трамбовецкий, В. П. Мировая тенденция использования вторичных продуктов и техногенных отходов в производстве цемента и бетона / В. П. Трамбовецкий, Ш. Т. Бабаев // Бетон и железобетон. — 1994. — №5. — С. 23–26.
4. Морозов, Н. М. Применение отсевов дробления щебня в самоуплотняющихся бетонах / Н. М. Морозов, В. И. Авксентьев, И. В. Боровских, В. Г. Хозин // Инженерно-строительный журнал. — 2013. — №7. — С. 26–31.
5. Лазуткин, А. В. Использование отсевов дробления важный фактор экономического роста предприятий нерудной промышленности / А. В. Лазуткин, В. И. Эйрих, В. П. Жуков // Строительные материалы. — 2003. — №11. — С. 6–8.
6. Артамонов, В. А. Опыт переработки отсевов дробления / В. А. Артамонов, В. В. Воробьев, В. С. Свитов // Строительные материалы. — 2003. — №6. — С. 28–29.
7. Харо, О. Е. Использование отходов переработки горных пород при производстве нерудных строительных материалов / О. Е. Харо, Н. С. Левкова, М. И. Лопатников, Т. А. Горностаева // Строительные материалы. — 2003. — №9. — С. 18–19.
8. ЕН 12350–5:2000. Испытание бетонной смеси — Часть 5: Испытание на расплыв.