

КРУГЛЫЙ СТОЛ

«Товарные бетоны. Составы. Способы получения. Заводы. Инновационные направления развития»

Основная цель круглого стола «Товарные бетоны. Составы. Способы получения. Заводы. Инновационные направления развития» - инициировать процесс модификации товарных бетонных смесей комплексными и полифункциональными добавками нового поколения, расширить области применения товарного мелкозернистого бетона, оценить оборудование, предлагаемое для производства, определить инновационные направления развития технологии получения товарных бетонов. Ведущие специалисты отрасли поделятся своими соображениями о перспективах развития технологии получения товарных бетонных смесей с заданными свойствами за счёт правильного подбора состава бетона.

Анализ патентных разработок в данном направлении и публичное обсуждение рынка потребления товарного бетона позволит строителям оценить проблему с разных точек зрения! Наше коллективное мышление проявит новые направления развития технологии модификации товарных бетонных смесей. В связи с этим хотелось бы предложить темы для сегодняшнего обсуждения, касающиеся составов и способов получения товарного бетона, комплектации заводов и инновационных направлений развития технологии получения товарных бетонов общестроительного и специального назначения.

- Какие виды товарных бетонных смесей востребованы потребителями и имеют массовое применение?
- Инновации 2013 года в отрасли производства товарных бетонных смесей.
- Как изменяется технология производства товарного бетона и направления эволюционного развития отрасли?
- Наиболее эффективные способы получения товарных бетонов нового поколения.

Для данного аналитического дискуссионного обсуждения вопросов использованы патенты РФ, относящиеся к защите составов и способов получения товарного бетона, а также добавок для его модификации:

Участники заочного круглого стола: Технический директор ООО «Экобетон» Владимир Павлович Карганов. Генеральный директор ТК «Бетонсервис» Сергей Иванович Черенков. Коммерческий директор ООО «Экстра» Михаил Вячеславович Муромский. Директор ООО «Колорит-Механохимия», к.т.н., Академик АРИТПБ Вера Павловна Кузьмина.



В. Карганов



М. Муромский



С. Черенков



В. Кузьмина

Модератор круглого стола: Вера Павловна Кузьмина, канд. техн. наук, Академик АРИТПБ, технический эксперт.

На рис. 1 изображён отечественный завод товарного бетона, работающий круглогодично на открытой московской промышленной площадке.



Рис. 1. Завод товарного бетона.

Сергей Черенков:

Одно из самых интенсивных направлений развития технологии получения товарного бетона относится к новым разработкам в области его **модификации добавками**. Это подтверждается получаемыми ежегодно патентами на товарные бетоны с добавками, причем положительный эффект часто достигается при введении малых количеств добавок. Бетон обычно содержит, по крайней мере, одну добавку. Применение функциональных добавок в составе товарных бетонов широко распространено во многих странах. Стремление к производству новых экономичных типов товарных бетонов обусловлено **потребностью в расширении областей его применения при снижении себестоимости**.

Отрасль промышленного производства товарного бетона, а также комплексных и полифункциональных добавок для бетонных смесей существует десятки лет. За это время участники рынка приобрели значительный опыт, применения добавок, которым стоит поделиться.

Комплексные и полифункциональные добавки для бетонных смесей прочно вошли в повседневную строительную практику. Производители добавок постоянно работают над совершенствованием технологии и свойств собственной продукции. Постепенно повышается культура потребления бетонных смесей, модифицированных комплексными и полифункциональными добавками, на строящихся объектах. Широко применяются высокопроизводительные машинные способы литья каркасных зданий. Сегодня мы предложили ведущим специалистам отрасли производства товарных бетонных смесей прокомментировать сложившиеся и наметившиеся тенденции развития отрасли и дать ряд рекомендаций по развитию производства тех или иных составов.

Вера Кузьмина:

У меня есть личный опыт работы в прежние годы в должности главного технолога на заводе товарного бетона, поэтому позвольте мне продолжить дискуссию. С развитием монолитного гражданского строительства товарный бетон приобрёл значительный рынок сбыта. Требования многоэтажного строительства сформировали спрос на модифицированный товарный бетон. Скажем так: «Товарный бетон, замешанный без функциональных добавок, словно картошка, сваренная без соли – совсем «не вкусный!»

1. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТРАДИЦИОННЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ ТОВАРНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

В приемный бункер 1 автомобильным транспортом подается щебень и песок.

Посредством загрузочного транспортера 2 и передвижного транспортера 3 песок подается в расходные бункера 41-2, а щебень в расходные бункера 51-2.

Посредством весового транспортера 6 осуществляется взвешивание заполнителей в соответствии с утвержденной рецептурой для конкретной марки декоративного бетона.

Взвешенный заполнитель посредством разгрузочного транспортера 7 транспортируется на передаточный транспортер 8 и через приемную воронку 91-2 подается в смеситель принудительного действия 101-2.

Декоративный портландцемент “М-500” из силоса № 105, декоративный портландцемент “М-400” из силоса № 170 подается посредством винтового шнека 111-2 в весовую расходную емкость 12, взвешивается и посредством винтового питателя 13 транспортируется в смеситель принудительного действия 101-2, в котором смешивается сухая декоративная бетонная смесь.

Вода из магистрали подается в весовой дозатор 14, взвешивается в соответствии с утвержденной рецептурой для конкретной марки декоративного бетона и поступает в смеситель принудительного действия 101-2. Последовательность подачи сырья: Щебень + Кварцевый песок.+ Портландцемент + Вода+ (Пигментная паста).

Технология приготовления смеси:

Щебень и кварцевый песок перемешиваются в течение минуты, затем в смеситель подается взвешенная порция белого портландцемента. Перемешивание компонентов смеси выполняется в течение минуты. Взвешенная порция воды подается в смесь, и перемешивание ведется в течение трёх минут.

При производстве декоративного товарного бетона взвешенная порция пигментной пасты подается в бетонную смесь, и окончательное перемешивание ведется в течение двух минут.

Общее время перемешивания декоративной смеси – семь минут.

Готовая товарная бетонная смесь через разгрузочную воронку 15 подается в передвижной автомобильный миксер, который транспортирует товарный бетон на объект.

Технические нормы расхода сырьевых материалов учитывают требования СНиП 82-02-95 «Федеральные (типовые) элементные нормы расхода цемента при изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций»

Нормы расхода даны для сухих сырьевых материалов со стандартными базовыми характеристиками: Портландцемент белый ГОСТ 965 и ГОСТ 30515, марка «400» с нормальной плотностью цементного теста 25-27% (п. 5.6, 5.7)

Щебень ГОСТ 26633, гранитный, фракции 5-20 мм, с содержанием зёрен пластинчатой (лещадной) и игольчатой форм от 25 до 35 %

Песок для строительных работ ГОСТ 8736 с модулем крупности 2,1 – 3,25

Портландцемент	Щебень	Песок	Вода	Пигментная паста
Силос	Приемный бункер		Весовой дозатор	Весовой дозатор
Винтовой шнек	Загрузочный транспортер			Смеситель
Весовая расходная емкость	Передаточный транспортер			Краскотёрка СО – 116 А
Винтовой питатель	Расходный бункер	Расходный бункер		Расходный бункер
	Весовой транспортер			
	Разгрузочный транспортер			
	Передаточный транспортер			
	Приемная воронка			
Смеситель	принудительного действия			
	Разгрузочная воронка		-	Миксер

(см.рис.1)

Бетонная смесь – температура смеси не выше 25°C, твердение смеси при положительной температуре 15-20 °C

При отклонении технических характеристик сырьевых материалов от стандартных, принятых в СНиП 82-02-95, нормы расхода необходимо пересчитать с применением пересчётных коэффициентов, предусмотренных СНиПом.

Перед изготовлением бетонной смеси нормы расхода необходимо пересчитать с учётом данных оперативного контроля влажности мелкого и крупного заполнителей.

Владимир Карганов: Работа в зимнее время года связана с ежедневными трудностями и возникновением непредвиденных ситуаций на производстве. В товарные бетонные смеси постоянно вводятся противоморозные добавки. Эта технологическая операция необходима для обеспечения жизнеспособности бетонных смесей, твердеющих при отрицательных температурах. Мы работаем с противоморозной добавкой *формиат натрия технический*.

Технологическая карта конкретизирует рекомендации, изложенные в общей нормативно-технической литературе по применению химических добавок в товарных бетонах. В частности это «Пособие по применению химических добавок при производстве железобетонных конструкций и изделий» (к СНиП 3.09.01-85), М., Стройиздат, 1998г., а также «Руководство по применению бетонов с противоморозными добавками», М., Стройиздат, 1978г.

Формиат натрия – натриевая соль муравьиной кислоты (NaCOOH) – белый монокристаллический порошок с высокой растворимостью в воде. При температуре 15 °C в 100 г. воды растворяется 71,8 г. формиата натрия. Он весьма растворим в глицерине, слабо растворим в спиртах, не растворим в эфире. Молекулярный вес – 68,01, температура плавления 253 °C, при кипении разлагается.

Формиат натрия-сырец и технический, представляющий собой кристаллический порошок белого или серого цвета (допускается зеленоватый оттенок), используется в строительной индустрии в качестве противоморозной добавки к декоративным бетонам и растворам и должен соответствовать требованиям ТУ 2432-011-00203803-98. Формиат натрия приходит на завод в мешках по ГОСТ 2226-75 с полиэтиленовым мешком-вкладышем по ОСТ 6-19-56-75, или в пяти-шестислойных мешках марки ВМ, ПМ и др. по ГОСТ 2226-75, или в мешках из винилискожи с полиэтиленовым мешком-вкладышем.

РН растворов формиата натрия равен 6, что можно считать близкой к нейтральной среде. В связи с этим не следует ожидать отрицательного влияния его на коррозионную стойкость декоративного бетона или арматуры. В таблице 2 приведены рабочие характеристики раствора формиата натрия.

Содержание NaCOOH в растворах и их плотность. Таблица 2.

Концентрация раствора, %	Плотность раствора при 20 °C, г/см ³	Содержание безводного NaCOOH в 1 л раст-ра, кг
10	1,061	0,105
15	1,094	0,166
20	1,126	0,227
25	1,158	0,288
30	1,190	0,349
35	1,220	0,410
40	1,254	0,471

Для предотвращения замерзания товарного бетона, твердеющего при отрицательной температуре, в его состав вводится противоморозная добавка формиат натрия. Количество вводимой добавки

зависит от температуры твердения товарного бетона и сроков набора критической прочности традиционного или декоративного бетона для снятия опалубки или воздействия на него нагрузки.

Особенностью работы завода товарного бетона является использование различных видов общестроительных портландцементов, от различных поставщиков, поэтому технические характеристики цементов могут различаться по своему химико-минералогическому составу, активности и другим параметрам, влияющим на скорость набора прочности, как при положительной, так и при отрицательной температуре окружающей среды. Основная опасность при этом заключается в том, что периоды образования пространственной кристаллической структуры, обеспечивающей прочность бетона на различных портландцементов. Они могут не совпадать по времени. Если на одном из портландцементов образована недостаточно прочная структура в определённый период времени, то при твердении другого портландцемента наблюдается более интенсивный рост прочности, и ранее образованная структура бетона может быть разрушена, что будет приводить к общей потере прочности бетона. При поставках цемента из силосных банок элеватора используются смешанные цементы, и процесс твердения практически не поддается управлению.

Если к моменту охлаждения бетона ниже температуры, на которую рассчитано количество введенной противоморозной добавки, бетон приобрел критическую прочность, составляющую не менее 30, 25 и 20% проектной прочности соответственно маркам М200, М300 и М400, то такой бетон с формиатом натрия допускается производить и применять. Критической считается прочность, по достижении которой бетон может подвергаться замораживанию без ухудшения строительно-технических свойств, при последующем твердении.

Особенностью использования формиата натрия является то, что он обладает некоторым пластифицирующим эффектом, в связи с чем его применение делает его наиболее выгодным при приготовлении товарных высокоподвижных традиционных и декоративных бетонных смесей. В случае использования суперпластификатора для приготовления высокопрочных бетонов из высокоподвижных смесей его дозировка в сочетании с формиатом натрия может быть существенно сокращена. Использование формиата натрия рекомендуется при твердении бетона при температуре не ниже -15°C , следует ориентироваться на температуру твердения в первые 3 – 5 суток, в течение которых бетон набирает критическую прочность.

Рост прочности товарного бетона марок 300 – 500 при отрицательных температурах

Таблица 3

% добавки	Расчетная температура твердения, $^{\circ}\text{C}$	Прочность, % от проектной прочности бетона за сутки			
		2	7	14	28
2	- 5	3 – 5	50 – 60	65 – 75	85 – 95
	- 10	2 – 3	25 – 35	40 – 50	65 – 75
	- 15*	2 – 3	25 – 35	40 – 50	65 – 75
3	- 5	4 – 6	55 – 65	70 – 80	95 – 100
	- 10	3 – 5	50 – 60	65 – 75	85 – 95
4	- 5	5 – 8	60 – 70	75 – 85	95 – 100
	- 10	4 – 5	55 – 65	70 – 80	90 – 95
	- 15	3 – 5	50 – 60	65 – 75	85 – 95

- Комплексная добавка формиат натрия + 2% С-3

Михаил Муромский: Производство товарного бетона (ТБ) — неоднородный и сложный сегмент бетонной промышленности со своими требованиями и задачами в зависимости от конечной сферы применения.

Работа с товарным бетоном всегда осуществляется локально, когда часто ключевую роль при принятии решений играют финансовые вопросы и транспортировка. Для подрядчика важны такие свойства бетона как длительная удобоукладываемость, а проектировщика интересует его прочность. Специалисты направления производства товарного бетона понимают, что промышленность, постоянно адаптирующаяся к изменяющимся условиям, нуждается в инновациях. Для решения поставленных задач на производстве необходим строгий контроль качества сырья и готовой продукции. Данный подход впервые позволил нам закрепить круг постоянных потребителей и выполнять конкретные условия и требования в части производства ТБ неизменно высокого качества, обладающего одновременно и длительной удобоукладываемостью, и низким водоцементным отношением.

Благодаря специфике действия эфиров поликарбоксилатов, т.е. РСЕ – суперпластификаторов, производители товарных бетонов имеют возможность производить продукты с улучшенными характеристиками и оптимизировать процесс производства, как с точки зрения экологии, так и с точки зрения экономики. (Новые суперпластификаторы на основе поликарбоксилата. Leif Holmberg, Martin Hansson, Jens Engstrand, фирма Sika, Швеция. http://spsss.ru/confer/confer_archive/reports/doclad06/sika.php) Эффективные составы товарного бетона приведены в таблице 1..

Вера Кузьмина:

В условиях массового производства товарного бетона нами был накоплен и обобщён значительный экспериментальный и производственный опыт.

Рассчитанные по формулам ГОСТа и СНиПа составы, проверяли экспериментально в лаборатории и передавали на производство (см. таблицы 1-6)..

Эффективные составы товарного бетона.

Таблица 1.

№ п/п	Класс бетона/ Марка	плотность бетона, кг/м ³	Вес смеси, кг/м ³	Расход материалов на м ³ смеси: кг, м ³				Водо-цементное отношение, Соотношение Ц:П по весу	Подвижность смеси
				Цемент «М-400»	Песок М _{кр.} = 2,1- 3,25 γ=1,5 т/м ³	Щебень гранитный γ=1,37 «1200» фр.5-20 т/м ³	Вода		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	B 30/400	2380	2448	439	690	1104	215	0,49	П 2
	F 200, W 8				0,46	0,81	0,215	1,60	8 см
2	B 25/350	2370	2448	424	701	1107	216	0,51	П 2
	F 200, W 6				0,47	0,81	0,216	1,58	8 см
3	B 22,5/300	2370	2444	416	705	1107	216	0,52	П 2
	F 150, W 4				0,47	0,81	0,216	1,57	8 см
4	B 20/250	2330	2440	387	712	1113	228	0,59	П 2
	F 150, W 2				0,47	0,81	0,228	1,56	8 см
5	B 15/200	2320	2434	318	778	1118	220	0,69	П 2
	F 150, W 2				0,52	0,82	0,220	1,44	8 см
6	B 10/150	2300	2434	268	817	1129	220	0,82	П 2
	F 50				0,54	0,82	0,220	1,38	8 см
7	B 7,5/100	2250	2432	218	855	1139	220	1,01	П 2
	F 35				0,57	0,83	0,220	1,33	8 см
8	B 15/200 раствор	2150	2397	508	1573	0	316	0,62	П 2
					1,05		0,316		8 см
9	B 10/150 раствор	2125	2346	432	1594	0	318	0,74	П 2
					1,06		0,318		8 см
10	B 7,5/100 раствор	2100	2294	356	1615	0	323	0,91	П 2
					1,08		0,323		8 см

Технические нормы расхода сырьевых материалов в расчёте на 1,0 м³ бетонной смеси при подвижности П 3, с использованием ПЦ «М-400»

Таблица 4.

№ п/п	Класс бетона/ Марка	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Вес смеси, кг/м ³	Расход материалов на м ³ смеси: кг, м ³				Водо-цементное отношение, Ц:П	Подвижность смеси
				Цемент «М-400»	Песок Мкр.= 2,1-3,25 γ=1,5 т/м ³	Щебень гранитный γ=1,37 т/м ³ «1200» фр.5-20	Вода		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	В 30/400	2380	2448	483	626	1104	235	0,49	П 3
	F 200, W 8				0,42	0,81	0,235	1,76	12 см
2	В 25/350	2370	2448	467	639	1107	236	0,51	П 3
	F 200, W 6				0,43	0,81	0,236	1,73	12 см
3	В 22,5/300	2370	2444	456	645	1107	236	0,52	П 3
	F 150, W 4				0,43	0,81	0,236	1,72	12 см
4	В 20/250	2330	2440	420	659	1113	248	0,59	П 3
	F 150, W 2				0,44	0,81	0,248	1,69	12 см
5	В 15/200	2320	2434	349	727	1118	240	0,69	П 3
	F 150, W 2				0,48	0,82	0,240	1,54	12 см
6	В 10/150	2300	2434	293	772	1129	240	0,82	П 3
	F 50				0,51	0,82	0,240	1,46	12 см
7	В 7,5/100	2250	2432	238	815	1139	240	1,01	П 3
	F 35				0,54	0,83	0,240	1,40	12 см
8	В 15/200 раствор	2150	2397	542	1519	0	336	0,62	П 3
					1,01		0,336		12 см
9	В 10/150 раствор	2125	2346	457	1551	0	338	0,74	П 3
					1,03		0,338		12 см
10	В 7,5/100 раствор	2100	2294	377	1574	0	343	0,91	П 3
					1,05		0,343		12 см

Технические нормы расхода сырьевых материалов в расчёте на 1,0 м³ бетонной смеси при подвижности П 2, с использованием ПЦ «М-500».

Таблица 5.

№ п/п	Класс бетона/ Марка	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Вес смеси, кг/м ³	Расход материалов на м ³ смеси: кг, м ³				Водо-цементное отношение, Соотношение Ц:П	Подвижность смеси
				Цемент «М-500»	Песок Мкр.= 2,1-3,25 γ=1,5 т/м ³	Щебень гранитный γ=1,37 т/м ³ «1200» фр.5-20	Вода		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	В 30/400	2380	2448	395	755	1104	194	0,49	П 2
	F 200, W 8				0,50	0,81	0,194	1,46	8 см
2	В 25/350	2370	2448	382	764	1107	195	0,51	П 2
	F 200, W 6				0,51	0,81	0,195	1,45	8 см
3	В 22,5/300	2370	2444	374	705	1107	195	0,52	П 2
	F 150, W 4				0,47	0,81	0,195	1,57	8 см
4	В 20/250	2330	2440	348	773	1113	206	0,59	П 2
	F 150, W 2				0,52	0,81	0,206	1,44	8 см
5	В 15/200	2320	2434	270	859	1118	187	0,69	П 2
	F 150, W 2				0,57	0,82	0,187	1,30	8 см
6	В 10/150	2300	2434	228	890	1129	187	0,82	П 2
	F 50				0,59	0,82	0,187	1,27	8 см
7	В 7,5/100	2250	2432	185	921	1139	187	1,01	П 2
	F 35				0,61	0,83	0,187	1,24	8 см
8	В 15/200 раствор	2150	2397	432	1697	0	268	0,62	П 2
					1,13		0,268		8 см
9	В 10/150 раствор	2125	2346	367	1707	0	272	0,74	П 2
					1,14		0,272		8 см
10	В 7,5/100 раствор	2100	2294	303	1716	0	275	0,91	П 2
					1,14		0,275		8 см

Технические нормы расхода сырьевых материалов в расчёте на 1,0 м³ бетонной смеси при подвижности П 3, с использованием ПЦ «М-500»

Таблица 6.

№ п/п	Класс бетона/ Марка	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Вес смеси, кг/м ³	Расход материалов на м ³ смеси: кг, м ³				Водоцементное отношение, Соотношение Ц:П	Подвижность смеси
				Цемент «М-500»	Песок Мкр.= 2,1-3,25 γ=1,5 т/м ³	Щебень гранитный γ=1,37 т/м ³ «1200» фр.5-20	Вода		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	В 30/400	2380	2448	435	696	1104	213	0,49	П 3
	F 200, W 8				0,46	0,81	0,213	1,59	12 см
2	В 25/350	2370	2448	420	708	1107	214	0,51	П 3
	F 200, W 6				0,47	0,81	0,214	1,56	12 см
3	В 22,5/300	2370	2444	410	714	1107	213	0,52	П 3
	F 150, W 4				0,48	0,81	0,213	1,55	12 см
4	В 20/250	2330	2440	378	726	1113	223	0,59	П 3
	F 150, W 2				0,48	0,81	0,223	1,53	12 см
5	В 15/200	2320	2434	297	814	1118	205	0,69	П 3
	F 150, W 2				0,54	0,82	0,205	1,37	12 см
6	В 10/150	2300	2434	249	852	1129	204	0,82	П 3
	F 50				0,57	0,82	0,204	1,33	12 см
7	В 7,5/100	2250	2432	202	887	1139	204	1,01	П 3
	F 35				0,59	0,83	0,204	1,28	12 см
8	В 15/200 раствор	2150	2397	461	1650	0	286	0,62	П 3
					1,10		0,286		12 см
9	В 10/150 раствор	2130	2350	390	1670	0	290	0,74	П 3
					1,11		0,290		12 см
10	В 7,5/100 раствор	2100	2294	320	1682	0	292	0,91	П 3
					1,12		0,292		12 см

2. ПЕРВОЕ ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЗАВОДА ТБ – ЭТО ПРОИЗВОДСТВО САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ ТОВАРНОГО БЕТОНА ДЛЯ МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ.

Именно применение новых суперпластификаторов на базе поликарбоксилатов (PCE) стало примером успешного внедрения новой технологии в производстве товарных бетонов в течение последнего десятилетия. Сначала их стали применять в производстве самоуплотняющихся бетонов, постепенно эти добавки стали активно применяться производителями товарного бетона.

Сегодня песчаные мелкозернистые бетоны, или пескобетоны, практически не используются в сборном монолитном строительстве. Повышенное содержание цемента в пескобетонах является

причиной значительной усадки и ползучести бетонов. Особенно это характерно для высокопластичных бетонных смесей.

Строительно-технические характеристики применяемых цементов, с точки зрения содержания в них сульфатов, могут значительно зависеть от эффективности применения добавок. Наличие глинистых и илистых примесей в кварцевых песках снижает активность эфиров поликарбоксилатов за счёт внедрения ветвистых полимерных молекул в межслоевое расстояние в заполнителе.

Даже при небольшом содержании эфира поликарбоксилата в бетонной смеси разжижающий эффект проявляется в ней в значительно большей степени по сравнению с традиционным нашим суперпластификатором «С-3» - натриевой солью полиметиленаполиафталинсульфоокислоты.

Определяющим фактором эффективности суперпластификатора на базе эфиров поликарбоксилатов (РСЕ) являются его адсорбционные свойства. Эти свойства зависят, прежде всего, от молекулярной структуры полимера, химических свойств поверхностного слоя цемента, вступившего в реакцию, а также химических условий в поровом пространстве цементного раствора. Быстрая и полная адсорбция полимеров обусловлена высокой плотностью зарядов и большим количеством карбоксилатных групп у главной цепи полимерной молекулы.

В производстве самоуплотняющегося товарного бетона (СТБ) в настоящее время используются, главным образом, эти продукты и их потенциал еще далеко не исчерпан.

Если бы песчаные бетоны имели деформативно-прочностные показатели, сопоставимые с щебеночными бетонами марок М200-М500, тогда было бы возможно использовать такие бетоны во многих регионах, имеющих мелкие и средние пески, без применения привозного и достаточно дорогого щебня. Тогда бы экономика строительства из бетона существенно улучшилась, т.к. местные природные пески в различных регионах имеют стоимость от 100 до 400 руб. за кубометр, а привозные щебни - от 1000 до 2000 руб. за кубометр. Разработка порошково-активированного высокопрочного песчаного бетона и фибробетона с низким удельным расходом цемента на единицу прочности [1] создала новое инновационное развитие технологии получения товарного бетона и условия для внедрения таких самоуплотняющихся бетонов в практику работы заводов товарного бетона и всего строительного комплекса.

Для самых эффективных самоуплотняющихся песчаных бетонов и фибробетонов установлены чрезвычайно высокие физико-технические свойства, далеко превосходящие свойства щебеночных бетонов старого и переходного поколений: с прочностью на сжатие 120-200 МПа, с прочностью на растяжение при изгибе 17-40 МПа, усадкой - 0,2-0,3 мм/м, водопоглощением 0,8-1,5%, морозостойкостью более 500 циклов.

Установлено, что в фибробетоне с прочностью на сжатие более 200 МПа тонкая гладкая и волнистая стальная фибра на 92-98% выдергивается из фибробетона при его разрушении при изгибе. Было разработано теоретическое обоснование использования фибры с анкерными концами для уменьшения расхода стали в бетоне.

В результате комплекса выполненных экспериментов для малоцементных песчаных бетонов класса В20-В60 уменьшен расход цемента в 1,5-2 раза, что определяет снижение потребления цемента в регионах и уменьшение объёмов выбросов CO_2 .

При использовании высоко- и сверхвысокопрочных бетонов классов В100-В130 уменьшено сечение изделий и конструкций при снижении расхода бетона до 2,5-4,0 раз; при этом снижается не только расход цемента в 1,5-3,0 раза, но и расход средних и крупных песков - в 1,7-2,0 раза; расход дорогостоящих привозных щебней - в 1,3-1,4 раза. В производство вовлекаются распространенные тонкие пески с модулем крупности 0,8-1,2 и ниже, не востребованные в производстве бетонов старого поколения.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. ПГУАС. Кафедра: Технология строительных материалов и деревообработки Володин Владимир Михайлович «Порошково-активированный высокопрочный песчаный бетон и фибробетон с низким удельным расходом цемента на единицу прочности». Дисс. к.т.н. 2012.11.12. 24с. http://www.pguas.ru/sites/default/files/VolodinVM_avtoreferat.pdf

3. ВТОРОЕ ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЗАВОДА ТБ – ЭТО ПРОИЗВОДСТВО ТОВАРНОГО БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОЖДОВ – ПАТЕНТ РФ № 2433973. БЕТОННАЯ СМЕСЬ. Автор и Патентообладатель: Прохоров Андрей Геннадьевич.

http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet

Изобретение относится к области строительных материалов и может быть использовано для изготовления изделий в промышленном и гражданском строительстве, в частности строительстве зданий и сооружений, монолитном строительстве, изготовлении оснований дорожных одежд, плит и перекрытий, фундаментов и оснований, бордюрных камней.

В связи с увеличением в настоящее время объемов строительства ощутимо вырос спрос на качественные бетонные смеси. С другой стороны, остается одной из наиболее острых проблем защита окружающей среды - обезвреживание токсичных отходов производства.

Бетонная смесь представляет собой рационально составленную и тщательно перемешанную смесь компонентов бетона до начала процессов схватывания и твердения. Состав бетонной смеси определяют исходя из требований к самой смеси и к бетону.

Известны бетонные смеси, содержащие в своем составе такие компоненты, как дисперсные золошлаковые отходы мусоросжигательных заводов, золошлаковые отходы и золы-уноса, в том числе пылевидные фракции, являющиеся отходами тепловых электростанций и котлов, золу от сжигания осадка сточных вод, летучую золу от сжигания твердых городских отходов (RU 2201410, 2003, RU 2362755, 2009, RU 2256633, 2005, SU 1361127, 1987, RU 2154619, 2000, CN 101531492, 2009).

Известна бетонная смесь, состав которой описан в патенте RU 2311236, 2007. Указанная бетонная смесь содержит следующие компоненты, мас. %: цемент 20-25, золошлаковые отходы мусоросжигания 40-60, заполнитель 0-30, добавка-модификатор 0,02-0,075, добавка-детоксикант 0-0,35, вода - остальное.

Задачей изобретения является создание пластичной бетонной смеси, обладающей высокими качественными характеристиками и позволяющей получить бетон с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Поставленная задача достигается созданием бетонной смеси, содержащей заполнитель, мас. %:

отходы газоочистки от сжигания твердых бытовых отходов	1,0-50,0
щебень	0,0-50,0
отсев	0,0-50,0
песок	0,2-50,0
гравий	0,0-50,0

золошлаковые отходы от сжигания твердых бытовых отходов - остальное, до 100,0

модифицирующую добавку и воду при следующем соотношении компонентов бетонной смеси, мас. %: цемент 9,8-30,0 / модифицирующая добавка 0,0-15,0 / вода ,0-25,0 / заполнитель - ост., до 100

Достижимый при этом технический результат заключается в том, что полученная бетонная смесь обладает улучшенными показателями качества, такими как удобоукладываемость, седиментационная устойчивость, пластичность, а полученный после отверждения бетонной смеси бетон

характеризуется пониженным объемным весом, повышенными прочностью, морозостойкостью, водонепроницаемостью.

Используемые при получении смеси золошлаковые отходы от сжигания твердых бытовых отходов и отходы газоочистки от сжигания твердых бытовых отходов получают следующим образом.

Твердые бытовые отходы подвергают сжиганию в топочных камерах котлоагрегатов. Золошлаковые отходы от сжигания твердых бытовых отходов представляют собой, например, смесь шлака, образующегося в топочной камере, и котельной золы, которая уносится с дымовыми газами и отделяется от последних в конвективной зоне котла. Отходы газоочистки от сжигания твердых бытовых отходов представляют собой отходы очистки дымовых газов, образующихся при сжигании твердых бытовых отходов. При этом дымовые газы подвергают полусухой очистке на установке, состоящей из абсорбера и рукавного фильтра.

Для улучшения качественных технологических характеристик продукции, повышения строительно-технических свойств бетонов и растворов, придания новых свойств, применяют специальные химические добавки для бетонов и строительных растворов.

Под термином «модифицирующая добавка» в рамках данной работы понимают продукт, вводимый в бетонные и растворные смеси с целью улучшения их технологических свойств. При этом повышаются строительно-технические характеристики бетонов и растворов и им придаются новые свойства. Модифицирующая добавка состоит из двух или более добавок, обладающих моно- или полифункциональным действием, т.е. комплексных добавок (по ГОСТ 24211-2003).

В описываемой бетонной смеси, в частности, используют суперпластификатор С-3 (ТУ 5870-002-58042865-03), Суперпластификатор СП-1 (аналог С-3) (ТУ 5870-005-58042865-05), Реламикс с эффектом ускорения набора прочности, (суперпластификатор и ускоритель твердения) (ТУ 5780-002-14153664-04), Линамикс с эффектом замедления схватывания, Дефомикс (Полипласт СП-1ВП) с эффектом подавления воздуха в бетонной смеси, С-3М-15 с противоморозным эффектом, комплексные добавки, изменяющие сразу несколько параметров, СДО - смола древесная омыленная, СНВ - смола нейтрализованная воздухововлекающая - натриевая соль абиетиновой кислоты, смеси последних, ПФМ-НЛК - полифункциональный модификатор на основе пластифицирующих, воздухововлекающих и гидрофобизирующих компонентов (позволяет одновременно увеличить подвижность смеси, снизить водопотребность, увеличить сроки схватывания и живучесть смеси, получить "литой" бетон с повышенной влагонепроницаемостью, трещиностойкостью, морозостойкостью, увеличить конечные прочностные характеристики), воздухововлекающая добавка, пенообразователь (Россия) - Смола SDO-L, гидрофобизирующие добавки и составы - Софэксил-40, Софэксил-защита М, гидрофобно-пластифицирующие добавки бетонов - кремнийорганические жидкости: метилсиликонат натрия ГКЖ-11, этилсиликонат натрия ГКЖ-10, этилгидросилоксановая жидкость ГКЖ-94, Алпласт - добавка по эффективности, соответствующая пластификаторам и водоредуцирующим добавкам повышенной эффективности (основу добавки составляют модифицированные лигносульфаты с нормированным молекулярно-массовым распределением и минимальным содержанием редуцирующих веществ. Для Алпласта характерно отсутствие дополнительного воздухововлечения в бетонную смесь с сопутствующими этому явлению сбросами прочности. Оптимальная концентрация составляет 0,2-0,3 мас.%. Водоредуцирующая способность составляет 12-15%), противоморозная присадка Семпласт-Крио - ТУ 5870-003-58985443-02 (комплексный продукт, включающий смесь неограниченных электролитов на Са/Na основании, кальциевые солиполигидроксикарбоновых кислот и полиатомные спирты), а также другие добавки или их смеси.

Возможно, использовать цементы различных марок, М 200 – М 600, соответствующие требованиям ГОСТ 10178-85, ГОСТ 31108-2003, например: портландцемент, белый портландцемент,

быстротвердеющий портландцемент, водонепроницаемый расширяющийся цемент, гидрофобный портландцемент, глиноземистый цемент, карбонатный цемент, магнезиальный цемент, напрягающий цемент, песчанистый цемент, пластифицированный портландцемент, пуццолановый цемент, расширяющийся цемент, сульфатостойкий портландцемент, шлакопортландцемент.

В качестве заполнителя можно использовать, щебень и гравий фракции 5-20 или 5-40 мм из природных горных пород вулканического происхождения, осадочных пород, магматических, метаморфических, например, гранит, диабаз, известняк, доломит, из искусственных материалов, например керамзитовый гравий, металлургический пористый шлаковый щебень, вспученный перлит, аглопорит, песок речной кварцевый фракции 0,1-5 мм, отсев дробления горных пород фракции до 10 мм. (см. табл. 7. Перечень технологических операций при производстве товарных бетонных смесей).





Рис. Гравитационная мешалка с лопастями принудительного перемешивания и корпусными подлопастями и зубьями объёмом 7 м.куб.





ВЫВОДЫ:

Анализируя работу заводов по производству товарного бетона и современный уровень развития технологии его получения следует выделить основные направления развития производства.

1. Заводы товарного бетона были, есть и будут ведущими поставщиками товарного бетона для строительных организаций.
2. Оснащение оборудованием заводов товарного бетона находится на различных уровнях. При этом любой завод товарного бетона имеет перспективу развития за счёт совершенствования методов подбора состава бетона на заданном сырье с применением комплексных функциональных добавок.
3. Важной составляющей успешной работы завода в экономическом плане является постоянное проведение маркетинговых исследований и поиск потребителей товарного бетона широкого ассортимента. Наладить выпуск товарного бетона нужного состава и качества – задача технических служб завода.
4. Необходимо смело внедрять новые инновационные технологии и составы товарного бетона, отвечающие требованиям современного потребителя, например:

ПЕРВОЕ ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВО САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ
МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ.

РАЗВИТИЯ ЗАВОДА ТБ – ЭТО
ТОВАРНОГО БЕТОНА ДЛЯ

ВТОРОЕ ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ
ПРОИЗВОДСТВО ТОВАРНОГО БЕТОНА С
СГОРАНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОЖДОВ – ПАТЕНТ РФ № 2433973. БЕТОННАЯ
СМЕСЬ.

РАЗВИТИЯ ЗАВОДА ТБ – ЭТО
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ

Наименование технологических операций с указанием № инструкции по охране труда пооперационно (ИТБ)	Применяемое оборудование Техническая характеристика	Количеств о, шт.	Описание операций технологического процесса изготовления товарных декоративных бетонных смесей; режим работы оборудования
1. Разгрузка и транспортирование декоративного портландцемента ИТБ №№ 1,3,5,6,7,9,10,11,16,17,18	Специально оборудованные цементовозы. Силосные банки металлические. Объемы рабочих емкостей БСУ: цемент – два силоса: 170 м³ – для ПЦЦ “М-400”, 105 м³ – для ПЦЦ “М-500”, емкость 57 м³ – для песка, емкость 57 м³ – для щебня. Расчетный исходный запас сырья: Портландцемент белый – 80 т. Периодичность завоза сырья: Цемент – цементовоз 15 м³ – ежедневно, Винтовой шнек Ш..... мм.. Весовая расходная емкость V=..... м³ Автосамосвал, Погрузчик: марка....., грузоподъемность, Приемный бункер: вместимость- м³. Транспортер ленточный наклонный Транспортер ленточный передвижной Расходные бункеры	2 1 2 1 1 1 1 1 1 1 2 1	Портландцемент белый доставляется цементовозом. Разгрузка производится по схеме: Цементовоз - силосные банки. Подача портландцемента в расходную емкость производится автоматически с пульта управления в дозаторном отделении БСУ по схеме: силосная банка - винтовой шнек - весовая расходная емкость На БСУ инертные материалы доставляются автосамосвалом, открытый склад предназначен для хранения инертных материалов. В зимнее время песок и щебень подогреваются теплым воздухом. Из автосамосвала песок и щебень подается сразу в приемный бункер, если расходные бункеры пустые, в противном случае - в открытый склад. Со склада инертные материалы подаются в приемный бункер с помощью погрузчика. Из приемного бункера инертные

3.Взвешивание щебня ИТБ №№1,3,5,6,7,8,9,11,12,13,15,16,18	Расчетный исходный запас сырья Песок - 57 м³, Щебень – 57 м³ Периодичность завоза сырья: Щебень и песок по две машины через день (при условии ежедневного согласования объема поставки в зависимости от фактического расхода). Весовой транспортер Весовой дозатор для щебня, Пульт управления Загрузочный транспортер Передаточный транспортер Приемная воронка Бетоносмеситель	2 1 1 1 2 2	материалы с помощью наклонного загрузочного транспортера подаются на передвижной транспортер, который распределяет их по свободным расходным емкостям. Взвешивание щебня осуществляется с помощью весового транспортера в соответствии с утвержденной рецептурой для конкретной марки декоративного бетона. Через разгрузочный транспортер, передаточный транспортер и приемную воронку щебень подается в бетоносмеситель принудительного действия.
Наименование технологических операций с указанием № инструкции по охране труда пооперационно	<u>Применяемое оборудование</u> Техническая характеристика	Количество, шт.	Описание операций технологического процесса изготовления декоративных бетонных смесей; режим работы оборудования
4. Взвешивание песка и смешение ИТБ №№1,3,5,6,7,8,9,11,12,13,15,16,18	Весовой транспортер Весовой дозатор для песка, Пульт управления Загрузочный транспортер Передаточный транспортер Приемная воронка Бетоносмеситель Пульт управления Весовой дозатор для портландцемента Весовая расходная емкость	1 1 1 2 По п. 3	Взвешивание песка осуществляется с помощью весового транспортера в соответствии с утвержденной рецептурой для конкретной марки декоративного бетона. Через разгрузочный транспортер, передаточный транспортер и приемную воронку песок подается в бетоносмеситель принудительного действия и высыпается поверх щебня, совместное перемешивание выполняется в течение минуты.

6. Взвешивание воды и смешение смеси ИТБ №№1,3,5,6,7,8,9,12,13,15,16,18 7. Приготовление и окрашивание товарной бетонной смеси ИТБ №№ 1,3,5,6,7,10,11,15,16,18	Винтовой питатель Бетоносмеситель Пульт управления Весовая расходная ёмкость Трубопровод- разводка Бетоносмеситель Бетоносмеситель Разгрузочная воронка Автомобильный миксер	1 1 1 2 В соответствии с заданной рецептурой декоративный портландцемент взвешивается в расходную весовую ёмкость, соединённую посредством тензодатчиков с циферблатными весами, и высыпается в бетоносмеситель принудительного действия поверх поданных и перемешанных ранее щебня и песка, перемешивается вместе с ними в течение минуты. 2 2 2 В соответствии с заданной рецептурой вода взвешивается в расходную весовую ёмкость, соединённую посредством тензодатчиков с циферблатными весами, и выливается в бетоносмеситель принудительного действия поверх сухой смеси щебня, песка и портландцемента. Совместное перемешивание выполняется в течение трёх минут. Взвешенная порция колеровочной пасты подается на бетонную смесь, и окончательное перемешивание ведется в течение двух минут. Суммарное время перемешивания семь минут. Готовая декоративная бетонная смесь через разгрузочную воронку подается в передвижной автомобильный миксер, который транспортирует товарный декоративный бетон на объект.
--	--	--

7.Карта контроля операций технологического процесса, материалов и готовой продукции

Таблица 7-1

Контролируемая операция, основные и вспомогательные материалы, готовая продукция	Метод контроля и нормативный документ, в соответствии с которым производится контроль с указанием номера инструкции по охране труда***)	Контролируемые параметры	Средства измерений и испытаний с краткой технической характеристикой	Место контроля	Периодичность контроля	Исполнитель
1.1 ПЦБ	Измерительный ГОСТ 310.3-76 Измерительный ГОСТ 310.3-76 Измерительный ГОСТ 310.3-76	Сроки схватывания: - Начало схватывания – время, прошедшее от начала затворения до того момента, когда игла не доходит до пластинки на 2-4 мм. - Конец схватывания – время, от начала затворения до момента, когда игла опускается в тесто не более, чем на 1-2 мм. Нормальная густота цементного теста, при которой пестик прибора ВИКА не доходит до пластинки на 5-7 мм. Масса навески (400±1) г Равномерность изменения объема. Масса навески (75±1) г.	Прибор ВИКА (с иглой), шкала от 0 до 40 мм. Часы. Секундомер по ТУ 25-18190021-90, ТУ 25-1894.003-90 Прибор ВИКА ОГЦ-1 (с пестиком), шкала от 0 до 40 мм. Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е Весы лаборатор-ные по ГОСТ 24104-88Е Линейка по ГОСТ 427-75* Щупы по ТУ 2-034225-87 Плита поверочная 2-2-250х250	Из авто-транспорта Из авто-транспорта Из авто-транспорта	По мере поступления от каждой партии По мере поступления от каждой партии По мере поступления от каждой партии	Лаборант Лаборант Лаборант

Контролируемая операция, основные и вспомогательные материалы, готовая продукция	Метод контроля и нормативный документ, в соответствии с которым производится контроль с указанием номера инструкции по охране труда	Контролируемые параметры	Средства измерений и испытаний с краткой технической характеристикой	Место контроля	Периодичность контроля	Исполнитель
1..2. Песок	Визуальный и измерительный ГОСТ 8735-88*	Отбор проб. Зерновой состав и модуль крупности 2,2-2,7 Масса пробы – 2000 г Масса навески - 1000±1 г Сушка до постоянной массы Определение влажности Масса навески - 1500±1 г Сушка до постоянной массы Содержание пылевидных, глинистых и илистых частиц. Определение отмучиванием Масса навески - 1000±1 г Сушка до постоянной массы Определение объемной массы Объем пробы фракции 5-20 мм – 20 л Зерновой состав (кривая просеивания) Объем пробы фракции 5-20мм – 10 кг	Стандартный набор сит ГОСТ 6613-86 Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е Сушильный шкаф по ОСТ 16.0.801.397-87 Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е Сушильный шкаф по ОСТ 16.0.801.397-87 Сосуд для отмучивания Секундомер по ТУ 25-1819.0021-90 Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е Сушильный шкаф по ОСТ 16.0.801.397-87 Мерный цилиндр У-20 л Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е Стандартный набор сит Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е Сушильный шкаф по ОСТ 16.0.801.397-87	Из авто-транспорта Из авто-транспорта Из авто-транспорта Из авто-транспорта	По мере поступления от каждой партии По мере поступления от каждой партии По мере поступления от каждой партии По мере поступления от каждой партии	Лаборант Лаборант Лаборант Лаборант
1.3. Щебень из природного камня и щебень из гравия	Измерительный ГОСТ 8269-87					

Контролируемая операция, основные и вспомогательные материалы, готовая продукция	Метод контроля и нормативный документ, в соответствии с которым производится контроль с указанием номера инструкции по охране труда	Контролируемые параметры	Средства измерений и испытаний с краткой технической характеристикой	Место контроля	Периодичность контроля	Исполнитель
Щебень из природного камня и щебень из гравия	Измерительный ГОСТ 8269-87	Определение влажности масса навески 2000±1 г для фракции 5-20 мм Сушка до постоянной массы Определение содержания пылевидных, глинистых и илистых частиц отмучиванием. Масса навески 1000±5 г для фракции 5-20 мм Выпаривание при 105-110°С	Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е Сушильный шкаф по ОСТ 16.0.801.397-87 Сито по ГОСТ 6613-86 Секундомер по ТУ 25-1819.0021-90 и ТУ 25-1894.003-90 Чаша для выпаривания по ГОСТ 9147-80Е	Из авто-транспорта	По мере поступления от каждой партии	Лаборант
2.Приготовление бетонной смеси 2.1.Дозирование материалов 2.2.Цемент 2.3. Песок 2.4. Щебень 2.5. Вода 2.2. Перемешивание бетонной смеси	Измерительный ГОСТ 7473-94	Дозирование портландцемента на замес- погрешность ± 1% Дозирование песка на замес- погрешность ± 2% Дозирование щебня на замес- погрешность ± 2% Дозирование воды на замес- погрешность ± 2% Время перемешивания бетонной смеси: (Щ+П) – время 60 с; (Щ+П)+Ц - время 60 с; [(Щ+П+Ц)+В] - время 180 с. [(Щ+П+Ц)+В] + колеровочная паста - время 120 с.	Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е Сушильный шкаф по ОСТ 16.0.801.397-87	БСУ	2 раза в смену	Оператор БСУ Лаборант
	Измерительный ГОСТ 7473-94		Дозаторы весовые погрешность ± 1% Дозаторы весовые погрешность ± 2% Дозаторы весовые погрешность ± 2% Дозаторы весовые погрешность ± 2% Секундомер по ТУ 25-1819.0021-90 и ТУ 25-1894.003-90	БСУ	Ежедневно	Оператор БСУ Лаборант

Контролируемая операция, основные и вспомогательные материалы, готовая продукция	Метод контроля и нормативный документ, в соответствии с которым производится контроль с указанием номера инструкции по охране труда	Контролируемые параметры	Средства измерений и испытаний с краткой технической характеристикой	Место контроля	Периодичность контроля	Исполнитель
2.7. Качество бетонной смеси	Измерительный ГОСТ 10181-81	Консистенция бетонной смеси Подвижность – осадка конуса, см П2 – 5-9 см	Стандартный конус, линейка по ГОСТ 427-75* Секундомер по ТУ 25-1819.0021-90 и ТУ 25-1894.003-90	БСУ	Ежесменно	Оператор БСУ Лаборант
3.Качество декоративного бетона	Измерительный ГОСТ 10180-90	Формование контрольных образцов-кубов	Формы для изготовления контрольных образцов-кубов декоративного бетона ГОСТ 22685-89	БСУ	1 раз в смену от каждого класса декоративного бетона	Лаборант
3.1.Изготовление контрольных образцов	Измерительный ГОСТ 10180-90 ГОСТ 18105-86 Измерительный ГОСТ 10180-90	Размеры кубов 10x10x10 см ±1мм	Штангенциркуль по ГОСТ 166-89	Лаборатория	1 раз в смену от каждого класса декоративного бетона	Лаборант
3.2. Испытание контрольных образцов	Измерительный и визуальный ГОСТ 10060-87**	Отклонение от перпендикулярности смежных граней кубов не более 1 мм	Угольник по ГОСТ 3749-77* Щупы по ТУ 2-034225-87	Лаборатория	1 раз в смену от каждого класса декоративного бетона	Лаборант
	Измерительный ГОСТ 10180-90 ГОСТ 18105-86	Определение морозостойкости	Морозильная камера Пресс по ГОСТ 28840-90	Лаборатория	1 раз в смену от каждого класса декоративного бетона	КТБ Мосоргстрой-материалы
		Масса кубов 10x10x10 см	Весы лабораторные по ГОСТ 24104-88Е	Лаборатория	2 раза в год 1 раз в смену от каждого класса декоративного бетона	Лаборант