



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Технология вяжущих веществ, бетонов
и строительной керамики»

Практикум
по выполнению лабораторной работы №2
«Состав и свойства мелкозернистого бетона»
по дисциплине

**«Технология бетонов и
растворов»**

Автор
Касторных Л. И.

Ростов-на-Дону, 2019

Аннотация

Методические указания регламентируют правила выполнения и оформления лабораторной работы №2 по дисциплине «Технология бетонов и растворов», выполняемой обучающимися по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» профиль бакалавриата «Метрология, стандартизация и сертификация в строительстве».

Содержат образцы выполнения технологических расчетов, правила оформления результатов испытаний, графических моделей, как в лабораторных условиях, так и в условиях реального производства.

Автор



канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики»

Касторных Любовь Ивановна



Оглавление

Введение	4
1 Общие сведения о мелкозернистом бетоне	5
2 Материалы для приготовления бетонных смесей	6
3 Методика исследований	8
4 Оптимизация дозировки отсева камнедробления для самоуплотняющегося мелкозернистого бетона	11
Выводы по работе	13
Нормативные документы	14

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время получили широкое применение высокоподвижные и самоуплотняющиеся бетонные смеси, в том числе мелкозернистые. Перспективным является их использование для производства сборного железобетона, устройства монолитных высокопрочных бесшовных полов, торкретбетонирования, реставрации и усиления конструкций.

Самоуплотняющиеся мелкозернистые бетонные смеси способны уплотняться под действием собственного веса, полностью заполняя форму даже в конструкциях с высокой степенью армирования. Высокая текучесть таких смесей позволяет использовать их при производстве тонкостенных густоармированных изделий, в том числе таких ответственных конструкций, как сваи. 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.

1 Общие сведения о мелкозернистом бетоне

Мелкозернистый бетон – это бетон на цементном вяжущем с плотным мелким заполнителем. В качестве мелкого заполнителя используются природные пески и материалы из отсевов камнедробления.

Материалы из отсевов камнедробления применяются в соответствии с действующими нормативными документами в качестве заполнителей и наполнителей для бетонов, строительных растворов, сухих строительных смесей, для приготовления смесей при устройстве оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов.

Особенностью применения отсева камнедробления при производстве мелкозернистых бетонных смесей является повышение их водопотребности, так как зерна щебня после дробления имеют развитую обломочную и шероховатую поверхность. При использовании мелких зерен отсевов камнедробления силы трения между остроугольными контактами увеличиваются, что приводит к снижению растекаемости смесей. В этом случае обязательным технологическим приемом для уменьшения водопотребности смесей является использование высокоэффективных суперпластификаторов.

Применение отсева камнедробления в высокоподвижных и самоуплотняющихся мелкозернистых смесях способствует как улучшению свойств формуемых изделий, так и снижению себестоимости продукции.

Цель работы – определение оптимальной дозировки отсева камнедробления, применяемого взамен природного песка, для железобетонных изделий из самоуплотняющихся мелкозернистых смесей.

2 Материалы для приготовления бетонных смесей

В исследованиях использованы следующие материалы.

Вяжущее – цемент общестроительный, изготавливаемый на основе портландцементного клинкера, соответствующий ГОСТ 10178 (ГОСТ 30515, ГОСТ 31108).

Основные характеристики цемента приводятся в таблице 1, а минералогический состав – в таблице 2.

Таблица 1 – Основные характеристики цемента

Показатели, единица измерения	Завод-изготовитель	
Марка (класс)		
Прочность на сжатие в возрасте 28 сут., МПа		
Истинная плотность $\rho_{ц}$, г/см ³		
Насыпная плотность $\rho_{нц}$, кг/м ³		
Нормальная густота цементного теста $НГ_{цт}$, %		
Удельная поверхность $S_{уд}$, см ² /г		
Сроки схватывания, час-мин: начало / конец		
Минеральная добавка, %		
Коэффициент эффективности при тепловой обработке K_T		

Таблица 2 – Минералогический состав цемента

Марка (класс)	Минералогический состав, %						
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	SO_3	MgO	R_2O

Мелкий заполнитель:

– песок природный кварцевый карьера
соответствующий требованиям ГОСТ 8736:

истинная плотность $\rho_n = \dots\dots\dots$;

насыпная плотность $\rho_{нп} = \dots\dots\dots$;

модуль крупности $M_k = \dots\dots\dots$;

пустотность $V_{пп} = (1 - \rho_{нп}/\rho_n) \cdot 100 = \dots\dots\dots$

Отсевы камнедробления:

– исходная горная порода

карьера,

отсев соответствует требованиям ГОСТ 31424.

Зерновой состав отсевов камнедробления представлен в таблице 3, а кривая просеивания на рисунке 1.

Таблица 3 – Зерновой состав отсевов камнедробления

Наименование остатка	Остатки, % по массе, на ситах					Проход через сито с сеткой № 016, % по массе
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частный						
Полный						

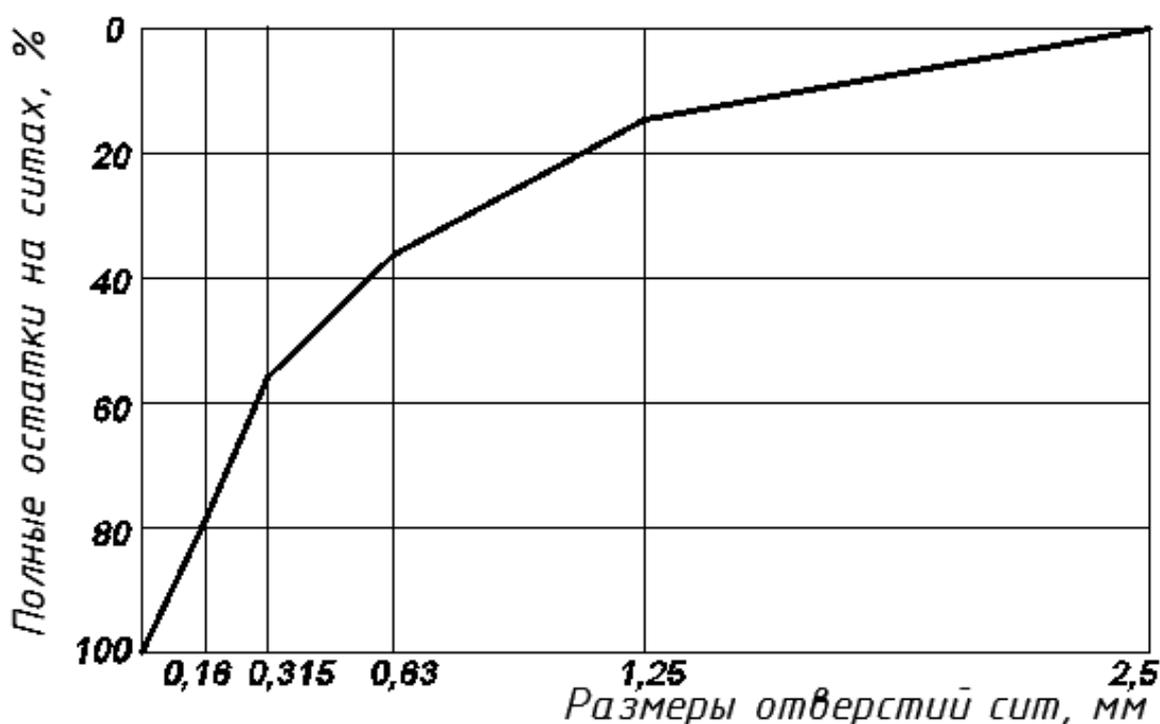


Рисунок 1 – Кривая просеивания отсевов камнедробления

Добавки:

– суперпластификатор

производства компании

Добавка представляет собой

.....

Оптимальная дозировка добавки – % массы вяжущего.

Вода – водопроводная чистая без вредных примесей, соответствующая требованиям ГОСТ 23732.

3 Методика исследований

Растекаемость мелкозернистых самоуплотняющихся смесей определяется по методике ГОСТ Р 58002-2017/EN 12350-8:2010 по диаметру расплыва конуса бетонной смеси.

Очищенный и увлажненный конус Абрамса в перевернутом виде устанавливается на гладкий лист и заполняется бетонной смесью (рисунок 2). Избыток бетонной смеси срезается кельмой вровень с верхними краями конуса, поверхность смеси заглаживается. Конус во время заполнения должен быть плотно прижат к листу. Съём конуса производится плавно строго в вертикальном направлении.

Расплав конуса бетонной смеси определяется измерением диаметра расплывшейся лепешки d_1 и d_2 рулеткой (металлической линейкой) в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Расплав бетонной смеси SF , см, вычисляется с округлением до 1,0 см, как среднеарифметическое значение результатов двух определений из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 3,0 см (при большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе):

$$SF = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (1)$$

Одновременно с определением растекаемости устанавливаются:

- реологическая характеристика – условная вязкость бетонной смеси T_{500} , как время достижения смесью расплыва диаметром 500 мм,
- способность смеси к преодолению препятствий с помощью блокировочного кольца, имитирующего арматурные стержни.

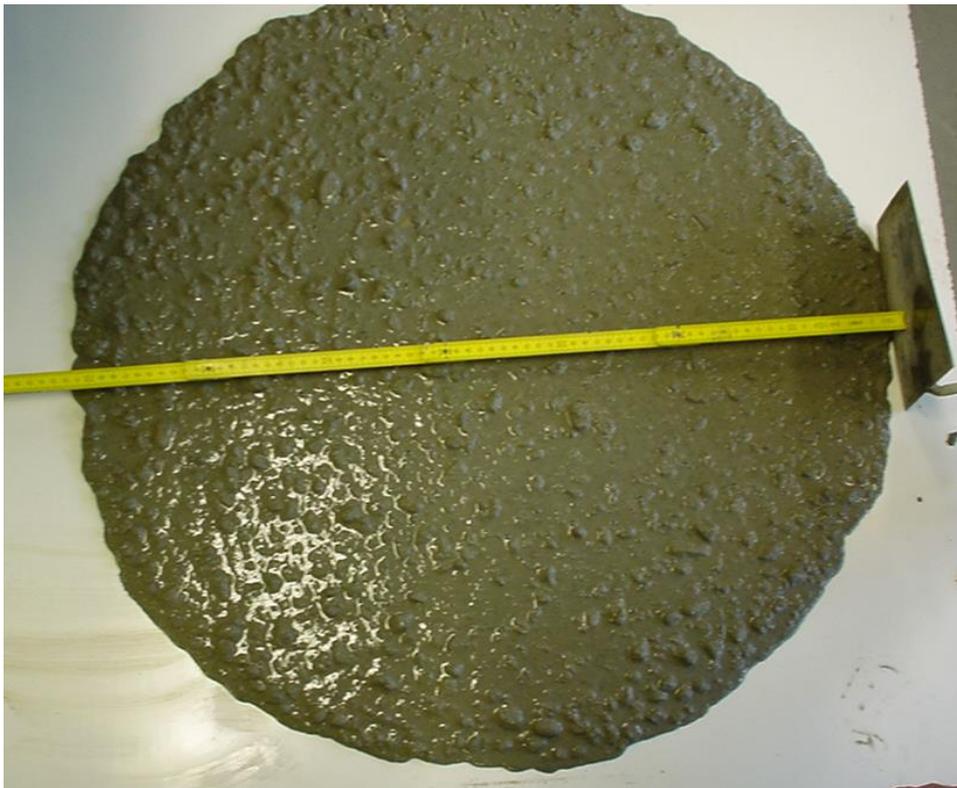


Рисунок 2 – Методика определения растекаемости мелкозернистых самоуплотняющихся смесей

Определение средней плотности мелкозернистой бетонной смеси $\rho_{см}$ проводится по методике ГОСТ 10181. Изготовление, хранение и испытание образцов-кубов с ребром 10 см – по методике ГОСТ 10180. Оценка эффективности химических добавок выполняется по методике ГОСТ 30459 в соответствии с требованиями ГОСТ 24211.

Для оценки влияния отсева камнедробления на свойства мелкозернистого бетона приготовлены бетонные смеси, состав которых приводится в табличной форме (таблица 4).

Таблица 4 – Расчет количества материалов для мелкозернистых смесей

Состав	Расход материалов на 1 м ³ смеси, кг					Плотность смеси теоретическая $\rho_{см}$, кг/м ³
	Цемент	Вода	Песок	Отсев	Добавка	
1						
2						
3						

После приготовления и определения фактической плотности бетонных смесей $\rho_{см}^{\phi}$ рассчитывается фактический расход материалов, кг/м³:

$$Ц = \frac{\rho_{см}^{\phi}}{Ц' + В' + П' + О' + Д'} \cdot Ц', \quad (2)$$

$$В = \frac{\rho_{см}^{\phi}}{Ц' + В' + П' + О' + Д'} \cdot В', \quad (3)$$

$$П = \frac{\rho_{см}^{\phi}}{Ц' + В' + П' + О' + Д'} \cdot П', \quad (4)$$

$$О = \frac{\rho_{см}^{\phi}}{Ц' + В' + П' + О' + Д'} \cdot О', \quad (5)$$

$$Д = \frac{\rho_{см}^{\phi}}{Ц' + В' + П' + О' + Д'} \cdot Д', \quad (6)$$

где $Ц, В, П, О, Д$ – расходы цемента, воды, песка, отсева камнедробления и добавки на 1 м³ смеси;

$Ц', В', П', О', Д'$ – расходы цемента, воды, песка, отсева камнедробления и добавки на лабораторный замес, кг.

4 Оптимизация дозировки отсева камнедробления для самоуплотняющегося мелкозернистого бетона

Из мелкозернистой бетонной смеси каждого состава изготовлены контрольные образцы-кубы. Контроль прочности образцов-кубов выполнен в возрасте 28 суток. Результаты испытаний контрольных образцов-кубов бетона исследованных составов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Прочность при сжатии контрольных образцов-кубов

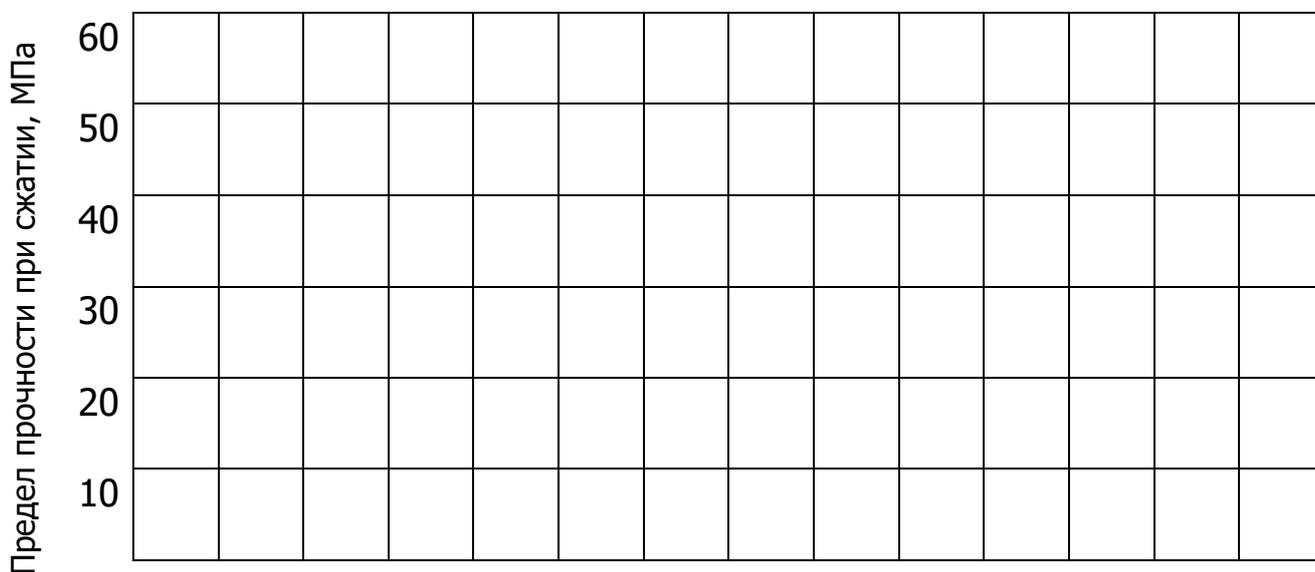
Дата испытания	Маркировка	Размеры, мм			Масса, кг	Плотность, кг/м ³		Разрушающая нагрузка, Н	Предел прочности при сжатии, МПа	
		a	b	h		образца	средняя		образца с учетом масшт. коэфф.	средний
	-1									
	-2									
	-3									
	-4									
	-5									
	-6									
	-1									
	-2									
	-3									
	-4									
	-5									
	-6									
	-1									
	-2									
	-3									
	-4									
	-5									
	-6									

Результаты выполненных расчетов и проведенных испытаний мелкозернистых бетонных смесей и бетонов представлены в сводной ведомости (таблица 6).

Таблица 6 - Сводная ведомость результатов испытания мелкозернистого бетона

Состав	Расход материалов на замес, кг					Плотность смеси, кг/м ³	T _{500t} , с	D _{гр} , см	Расход материалов на 1 м ³ , кг					Ц/В O/(П+O)	Плотность бетона, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	
	Ц'	В'	П'	О'	Д'				Ц	В	П	О	Д			R _н ¹	R _н ²⁸
1																	
2																	
3																	

Оптимальная дозировка отсева камнедробления для самоуплотняющегося мелкозернистого бетона установлена на основании экспериментальных данных и представлена в графической форме (рисунок 3).



Доля отсева в смеси заполнителя

Рисунок 3 – Определение оптимальной дозировки отсева камнедробления для самоуплотняющегося мелкозернистого бетона

Выводы по работе

Выполненные исследования показывают, что для обеспечения требуемой растекаемости самоуплотняющихся мелкозернистых бетонных смесей и получения бетона требуемой прочности оптимальной дозировкой отсева камнедробления является:

.....

Нормативные документы

1 ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.

2 ГОСТ 30515-2013 Цементы. Общие технические условия.

3 ГОСТ 31108-2016 Цементы общестроительные. Технические условия.

4 ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия.

5 ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний.

6 ГОСТ 31424-2010 Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия.

7 ГОСТ 23732-2011 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.

8 ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия.

9 ГОСТ Р 58002-2017/EN 12350-8:2010 Испытания бетонной смеси. Часть 8. Самоуплотняющийся бетон. Испытание смеси на распыл.

10 ГОСТ 10181-2014 Смеси бетонные. Методы испытаний.

11 ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

12 ГОСТ 30459-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Методы определения эффективности.

13 ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия.