

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра строительных материалов

ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Методические указания к лабораторным работам
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
270800.62 «Строительство»

Казань 2013

УДК 691.5.56
ББК 38.33
Р27

Р27 Заполнители для тяжелого бетона: Методические указания к лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлению подготовки 270800.62 «Строительство»

/ Сост. З.А. Камалова. Казань: КГАСУ, 2013. - 15 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Настоящие методические указания составлены для самостоятельной подготовки студентов и проведения лабораторных работ.

Методические указания содержат технические требования к заполнителям и методическую основу испытания заполнителей. Они составлены с учетом последних изменений в стандартах на методы испытаний и технические условия.

Илл.6, табл.5, библиогр. 8 наим.

Рецензент: Кандидат технических наук, доцент кафедры ТСМиК
И.В.Колесникова

УДК 691.5.56
ББК 38.33
©Казанский
государственный
архитектурно-
строительный
университет, 2013
© Камалова З.А., 2013

ВВЕДЕНИЕ

Заполнители являются одной из основных составляющих тяжелого бетона.

Для тяжелого бетона применяют:

- мелкий заполнитель (песок) с размерами зерен от 0,16 (0,14) мм до 5 мм;
- крупный заполнитель (гравий или щебень) с размерами зерен от 5 мм до 80 (70) мм;

Цель лабораторных работ - освоить основные методы испытания заполнителей для тяжелого бетона и оценить их соответствие нормативным требованиям.

В результате проведения лабораторных работ студент должен :

- знать основные свойства заполнителей в соответствии с существующей нормативной документацией, их влияние на свойства строительных материалов при возведении и эксплуатации зданий и сооружений;
- владеть методами определения основных свойств заполнителей и уметь оценивать эти свойства;

1. ИСПЫТАНИЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ (ГРАВИЯ ИЛИ ЩЕБНЯ)

Нормативные требования к показателям свойств крупного заполнителя для тяжелого бетона изложены в ГОСТ 8267-93, ГОСТ 26633-91.

Крупный заполнитель характеризуют следующие основные показатели:

- зерновой состав;
- прочность;
- содержание пылевидных и глинистых частиц;
- содержание органических примесей;
- плотность;
- пустотность,

Полный перечень и порядок методов физико-механических испытаний крупного заполнителя изложен в ГОСТ 8269.0-97. В данных методических указаниях рассмотрены методы испытания основных свойств гравия или щебня.

1.1. Определение зернового состава

Применяемая аппаратура

Весы настольные и платформенные, шкаф сушильный, стандартный набор сит с отверстиями 2,5; 5 (3); 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 80 (70) мм; а также сито с сеткой 0,14 мм.

Проведение испытаний

Пробу крупного заполнителя в количестве 10 кг, высушенную до постоянной массы, просеивают через набор сит, собранных в колонну, начиная снизу с сита с отверстиями наименьшего размера.

Остатки заполнителя на каждом сите взвешивают с точностью до 1 г и определяют частные остатки на каждом сите, в процентах от массы всей пробы, по формуле:

$$a_i = \frac{m_i}{m_0} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где m_i — масса остатка на данном сите, г;

m_0 — масса пробы, г.

Определяют полные остатки на каждом сите A_i , равные сумме частных остатков на данном сите и всех ситах с отверстиями большего диаметра.

По полученным данным строят кривую просеивания в координатах A_i - диаметр сит (мм) и определяют:

D- наибольшую крупность заполнителя равную размеру отверстий сита, полный остаток на котором, определенный по кривой просеивания, составляет 5%.

d- наименьшую крупность заполнителя равную размеру отверстий сита, полный остаток на котором, определенный по кривой просеивания, составляет 95%;

$(d+D)/2$;

1,25D.

Значения размеров округляют в большую сторону до размеров отверстий стандартных сит.

Полные остатки на контрольных ситах при рассеве крупного заполнителя должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	0,5(D+d)	D	1,25D
Полные остатки на ситах, % по массе	От 90 до 100	От 30 до 80	До 10	До 0,5

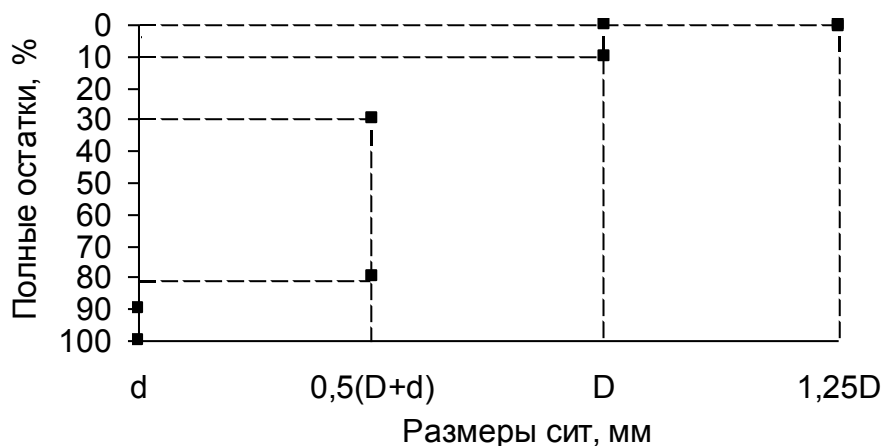


Рис. 1. График оптимального зернового состава крупного заполнителя

1.2. Определение дробимости при сжатии в цилиндре

Прочность крупного заполнителя характеризуют маркой по дробимости при сжатии в цилиндре.

Применяемая аппаратура

Пресс гидравлический с усилием до 500 Н (50 тс), цилиндр стальной со съемным дном и плунжером, весы настольные, сита с размером отверстий 5; 2,5; 1,25 мм.

Проведение испытаний

Стальной цилиндр заполняют гравием или щебнем, высушенным до постоянной массы, так, чтобы уровень материала не доходил примерно на 15 мм до верхнего края цилиндра. В цилиндр вставляют пуансон и помещают его на нижнюю плиту пресса (рис.2). Повышая давление на 1-2 кН/с (0,1-0,2 т)/с, доводят его до 200кН (20 тс). После сжатия пробу взвешивают, а затем просеивают через сито 1,25(при крупности до 10 мм), 2,5 (при крупности 10-20 мм) ,5(при крупности более 20 мм).

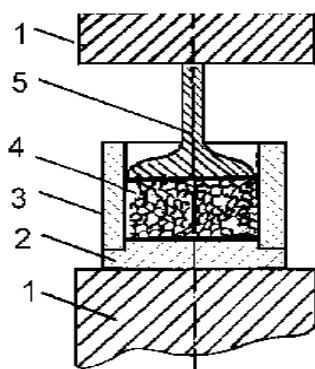


Рис. 2. Схема испытания на дробимость:

1- плита пресса; 2- съемное дно;
3- цилиндр; 4- щебень; 5- плунжер

Остаток на сите взвешивают и определяют дробимость с точностью до 1% по формуле (2)

$$D_p = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \cdot 100\% , \quad (2)$$

где m_0 – масса пробы заполнителя, г;

m_1 – масса остатка на сите, г.

Испытания выполняют два раза и определяют среднее арифметическое значение. По результатам испытания определяют марку крупного заполнителя (таблицы 2 и 3).

Таблица 2

Марка по дробимости гравия	Потеря массы при испытании, %	
	гравия	щебня из гравия
1000	до 8	до 10
800	св. 8 до 12	св. 10 до 14
600	св. 12 до 16	св. 14 до 18
400	св. 16 до 24	св. 18 до 26

Таблица 3

Марка щебня по дробимости	Потеря массы в сухом состоянии, %		
	осадочных и метаморфических пород	из изверженных пород	
		интрузивных	эффузивных
1400	-	до 12	до 9
1200	до 11	св. 12 до 16	св. 9 до 11
1000	св. 11 до 13	св. 16 до 20	св. 11 до 13
800	св. 13 до 15	св. 20 до 25	св. 13 до 15
600	св. 15 до 19	св. 25 до 34	св. 15 до 20
400	св. 19 до 24	-	-
300	св. 24 до 28	-	-
200	св. 28 до 35	-	-

1.3. Определение содержания пылевидных и глинистых частиц методом отмучивания

К пылевидным и глинистым частицам относятся частицы размером менее 0,05 мм. Эти частицы, находясь на зернах заполнителя, препятствуют сцеплению щебня или гравия с цементным камнем, что ведет к снижению прочности и долговечности бетона.

Применяемая аппаратура

Весы настольные, шкаф сушильный или электроплитка, сосуд для отмучивания с сифоном (рис. 3), металлический противень.

Проведение испытаний

Из пробы заполнителя, высушенной до постоянной массы, отбирают навеску от 1 до 5 кг и помещают в сосуд для отмучивания. Заполнитель заливают водой в таком количестве, чтобы высота слоя над заполнителем была 200 мм и выдерживают до полного размокания глинистой пленки на зернах гравия (щебня). Потом содержимое сосуда перемешивают и оставляют в покое на 2 мин, а затем сливают суспензию. При сливе необходимо оставлять над заполнителем слой воды, высотой не менее 30 мм. Процесс

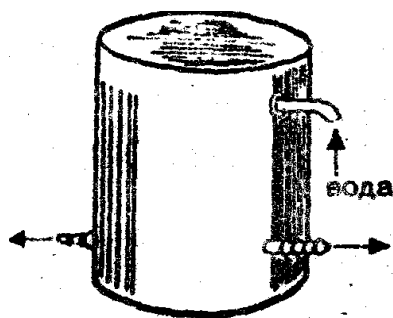


Рис. 3. Сосуд для отмучивания

промывки повторяют до тех пор, пока вода не будет оставаться прозрачной. После окончания отмучивания пробу высушивают до постоянной массы и взвешивают. Содержание пылевидных и глинистых частиц вычисляют по формуле:

$$П = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \cdot 100\% , \quad (3)$$

где m_0 - первоначальная масса пробы, г;

m_1 - масса пробы после отмучивания, г.

Содержание пылевидных и глинистых частиц в крупном заполнителе для тяжелого бетона не должно превышать:

- для гравия - 1%;
- для щебня из осадочных пород - 3%;
- для щебня из изверженных и метаморфических пород - 1%.

1.4. Определение содержания органических примесей

Применяемая аппаратура и реактивы

Весы настольные, мерный цилиндр вместимостью 250 мл, раствор гидроксида натрия 3%-ный; 2%-ный раствор танина в 1%-ном спиртовом растворе.

Проведение испытания

Наполняют гравием (щебнем) мерный цилиндр до уровня 130 мл и заливают 3%-ным раствором едкого натра до уровня 200 мл. Содержимое перемешивают и оставляют в покое на 24 часа. Одновременно готовят эталон из 97,5 мл 3%-ного раствора едкого натра и 2,5 мл 2%-ного раствора танина в 1%-ном растворе спирта.

Приготовленный раствор взбалтывают и оставляют в покое на 24 часа. Затем устанавливают цвет жидкости над гравием (щебнем). При обработке крупного заполнителя раствором гидроксида натрия раствор не должен приобретать окраску, соответствующую или темнее цвета эталона.

1.5. Определение средней плотности зерен крупного заполнителя

Применяемая аппаратура

Весы настольные, мерный цилиндр, сосуд для насыщения заполнителя водой, сосуд с отводом.

Проведение испытания

Пробу заполнителя массой 100-200 г насыщают водой в течение двух часов, затем удаляют влагу с поверхности мягкой тканью и взвешивают на весах с точностью до 1 г (100-200 г)

Крупный заполнитель погружают в сосуд с отводом, заполненный водой до уровня отвода (рис. 4).

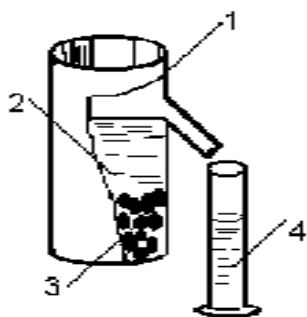


Рис. 4. Схема определения плотности зерен крупного заполнителя:

1- сосуд; 2- вода;
3- гравий; 4- мерный цилиндр

Объем вытесненной воды измеряют с помощью мерного цилиндра,

Среднюю плотность зерен (г/см^3) определяют по формуле (4):

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (4)$$

где m - масса пробы, г;

V - объем вытесненной воды, мл.

Определение средней плотности выполняют три раза и подсчитывают среднее арифметическое значение.

Этот способ определения средней плотности зерен крупного заполнителя более простой, чем изложенный в ГОСТ 8269.0-97.

Крупные заполнители для тяжелого бетона должны иметь среднюю плотность от 2000 до 2800 кг/м^3 .

1.6. Определение насыпной плотности

Применяемая аппаратура

Весы платформенные, шкаф сушильный мерный металлический сосуд объемом 10 л.

Проведение испытания

Высушенный до постоянной массы заполнитель насыпают с высоты 10 см в предварительно взвешенный мерный сосуд до образования над верхом сосуда конуса, который снимается вровень с краями сосуда. Сосуд с заполнителем взвешивают.

Насыпную плотность крупного заполнителя (кг/м^3) вычисляют по формуле (5)

$$\rho_n = \frac{m_1 - m_0}{V} \quad (5)$$

где m_0 - масса мерного сосуда, кг;

m_1 - масса мерного сосуда с заполнителем, кг;

V - объем мерного сосуда м^3 .

Определение насыпной плотности проводится два раза, подсчитывается среднее арифметическое значение.

1.7. Определение пустотности

Пустотность щебня (гравия) определяют расчетным путем на основании предварительно установленных значений средней плотности зерен и насыпной плотности щебня (гравия).

Пустотность щебня (гравия) V_n , % по объему, определяют по формуле

$$V_n = \left(1 - \frac{\rho_n}{\rho_k \cdot 1000}\right) 100, \quad (6)$$

где ρ_n — насыпная плотность щебня (гравия), кг/м³;

ρ_k — средняя плотность зерен щебня (гравия), г/см³.

2. ИСПЫТАНИЕ МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ (ПЕСКА)

Нормативные требования к показателям свойств песка для строительных работ изложены в ГОСТ 8736-93, для тяжелых бетонов в ГОСТ 26633-91.

Песок характеризуют следующие основные показатели:

- зерновой состав;
- содержание пылевидных и глинистых частиц;
- содержание органических примесей;
- плотность;

Полный перечень и порядок методов физико-механических испытаний песков изложен в ГОСТ 8735-88. В данных методических указаниях рассмотрены методы испытания основных свойств песка.

2.1 Определение зернового состава и модуля крупности

Применяемая аппаратура

Весы технические, набор сит с отверстиями 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм (сито 0,16 можно заменить ситом 0,14).

Проведение испытаний

Высушенный песок в количестве 1,5-2 кг просеивают последовательно через сита с отверстиями 10 мм и 5 мм. Остатки на ситах взвешивают и определяют содержание в песке частиц размером 5-10 мм и более 10 мм по формулам (7):

$$Гр_{10} = \frac{m_{10}}{m_0} \cdot 100\% \quad \text{и} \quad Гр_5 = \frac{m_5}{m_0} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где m_{10} и m_5 -остатки на ситах с отверстиями соответственно 10 мм и 5 мм, г;

m_0 - масса пробы, г.

Из пробы песка, прошедшего сквозь указанные сита, отбирают навеску массой 1000 г и просеивают через набор сит с отверстиями 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм, механическим или ручным способами. По результатам просеивания вычисляют:

а) частный остаток на каждом сите (%) по формуле

$$a_i = \frac{m_i}{m_0} \cdot 100\% \quad (8)$$

где m_i - масса остатка на i -том сите, г;

б) полные остатки на каждом сите A_i , равные сумме частных остатков на данном сите и всех ситах с отверстиями большего диаметра;

в) модуль крупности песка по формуле (9)

$$M_{кр} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100} \quad (9)$$

Результаты записывают в таблицу, строят кривую просеивания в координатах A_i % - размер сит (мм). На эти же координаты наносят нормативные значения полных остатков (рис. 5), приведенные в таблице 4 и делают выводы о соответствии песка по зерновому составу нормативным требованиям.

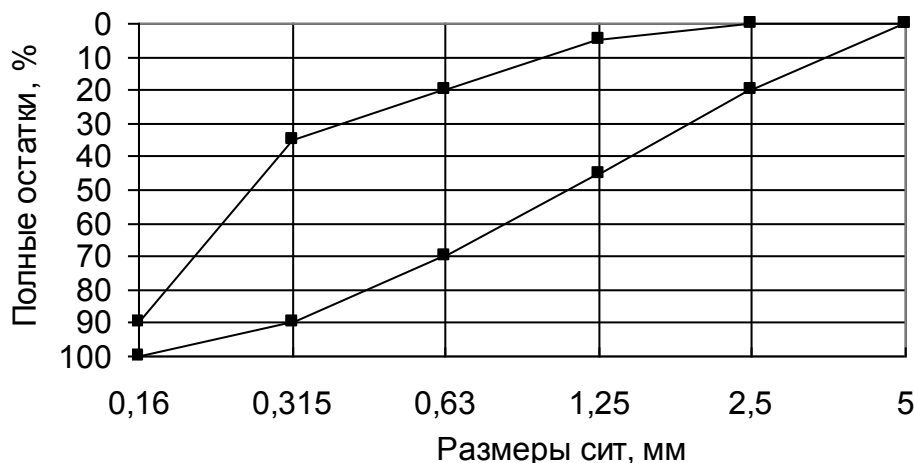


Рис. 5. График оптимального зернового состава песка

Зерновой состав песка должен соответствовать приведенному в таблице 4.

Таблица 4

Размер отверстия контрольного сита, мм	Полные остатки на контрольных ситах, по массе для тяжелых бетонов	
	для всех видов конструкций	для труб
2,5	0-20	0-20
1,25	5-45	10-45
0,63	20-70	30-70
0,315	35-90	70-90
0,16 (0,14)	90-100	90-100
Проход через сито 0,16	10-0	10-0
Модуль крупности	1,5-3,25	2,0-3,25

Содержание зерен мельче 0,16 мм и зерен крупнее 5 мм не должно превышать 10%.

Содержание зерен крупнее 10 мм не должно превышать 0,5%.

При несоответствии зернового состава песков нормативным требованиям следует применять укрупняющую добавку к мелким и очень мелким пескам - песок из отсевов дробления или крупный песок, а к крупному песку - добавку, понижающую модуль крупности, - мелкий или очень мелкий песок.

В зависимости от модуля крупности и зернового состава пески подразделяются на группы, основные из которых приведены таблице 5.

Таблица 5

Группа песка	Модуль крупности	Полный остаток на сите 0,631, % по	Область применения
1. Повышенной крупности	св. 3 до 3,5	св. 65 до 75	Заполнитель для бетонов
2. Крупный	св. 2,5 до 3,0	св. 45 до 65	Заполнитель для бетонов и растворов
3. Средний	св. 2,0 до 2,5	св. 30 до 45	То же
4. Мелкий	св. 2,0 до 2,5	св. 10 до 30	То же
5. Очень мелкий	св. 1,0 до 1,5	До 10	Заполнитель для растворов

2.2. Определение содержания пылевидных и глинистых частиц методом мокрого просеивания

Применяемая аппаратура

Весы технические, шкаф сушильный или электроплитка, сосуд для отмучивания, высотой не менее 300 мм с сифоном, металлический противень, сита с сетками № 1,25 и 0,05.

Проведение испытаний

Высушенную до постоянной массы пробу помещают в сосуд (рис.3) и заливают водой так, чтобы она покрывала пробу. Содержимое сосуда интенсивно перемешивают для того, чтобы пылевидные и глинистые частицы образовали суспензию.

Полученную суспензию осторожно сливают с помощью сифона на набор сит. Песок, оставшийся в сосуде, промывают водой и образовавшуюся суспензию также сливают на набор сит. Процесс повторяют до тех пор, пока вода не станет прозрачной. После этого песок, находящийся в сосуде для промывки, соединяют с частицами, оставшимися на обоих ситах, и высушивают на противне в сушильном шкафу до постоянной массы.

Содержание в песке пылевидных и глинистых частиц P , % по массе, определяют с точностью до 0,1 % по формуле

$$P = \frac{m - m_1}{m} 100, \quad (10)$$

где m — масса пробы до промывки, г;
 m_1 — масса пробы после промывки, г.

2.3. Определение содержания органических примесей

Испытания проводятся согласно п. 1.4, с заменой "гравий (щебень)" на "песок".

При обработке песка раствором гидроксида натрия раствор не должен приобретать окраску, соответствующую или темнее цвета эталона.

2.4. Определение истинной плотности

Применяемая аппаратура

Сушильный шкаф, прибор Ле-Шателье, весы технические, фарфоровая чашка.

Проведение испытания

Из пробы высушенного до постоянной массы песка отбирают две навески массой до 100 г каждая.

Прибор заполняют водой до нижней нулевой риски, причем уровень воды определяют по нижнему мениску.

Каждую навеску небольшими порциями всыпают в прибор до тех пор, пока уровень жидкости в приборе не поднимется до риски с делением 20 мл (или другого деления в пределах шкалы прибора). Остаток песка взвешивают с точностью до 0,01 г. Истинную плотность (г/см^3) определяют по формуле (11).

$$\rho = \frac{m_0 - m_1}{V} \quad (11)$$

где m_0 - масса навески песка, г;
 m_1 - масса остатка песка, г;
 V - объем воды, вытесненный песком, см³.

Истинную плотность определяют два раза и вычисляют среднее арифметическое значение.

2.5 Определение насыпной плотности

Применяемая аппаратура

Весы технические, сушильный шкаф, мерный сосуд вместимостью 1 л, сито с отверстиями 5 мм, линейка, устройство в виде воронки на подставке с задвижкой на конце воронки (рис. 6).

Проведение испытания

Песок высушивают до постоянной массы и просеивают через сито с отверстиями 5 мм. Высушенный песок с высоты 10 см всыпают в предварительно взвешенный цилиндр, используя специальную воронку (рис. 4), до образования над верхом цилиндра конуса. Конус без уплотнения песка снимают линейкой вровень с краями сосуда, после чего сосуд с песком взвешивают.

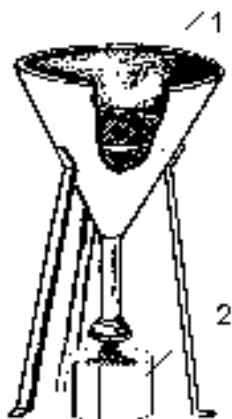


Рис. 6. Схема определения насыпной плотности песка:
1- воронка с песком; 2- мерный цилиндр

Насыпную плотность (кг/м³) вычисляют по формуле (12).

$$\rho_n = \frac{m_1 - m_0}{V} \quad (12)$$

где m_0 - масса мерного сосуда, кг;

m_1 - масса мерного сосуда с песком, кг;

V - объем мерного сосуда м³.

Определение насыпной плотности производят два раза и вычисляют среднее арифметическое значение.

3. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать правила техники безопасности, общие для лаборатории стройматериалов.

При работе на гидравлическом прессе и механическом грохоте следует ознакомиться с соответствующей инструкцией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные материалы (Материаловедение и технология): Учебное пособие /Под общей ред. В.Г. Микульского.- М.: ИАСВ, 2002.-536 с.
2. Белов В.В., Петропавловская В.Б., Шлапаков Ю.А. Лабораторные определения свойств строительных материалов: Учебное пособие. – М.: ИАСВ, 2004. – 176 с.
3. ГОСТ 8267-93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия
4. ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов строительного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний
5. ГОСТ 8269.1-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов строительного производства для строительных работ. Методы химического анализа
6. ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний
7. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия
8. ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Виды песка, применяемого для тяжелого бетона.
2. По каким показателям оценивают качество песка как мелкого заполнителя?
3. Какие минералы входят в состав природного песка и какое влияние они оказывают на свойства песка.
4. Виды крупного заполнителя для тяжелого бетона.
5. По каким показателям оценивают качество крупного заполнителя бетонов?
6. Какие экспериментальные данные необходимы для оценки зернового состава заполнителей бетона?
7. Как рассчитывают модуль крупности и строят кривую просеивания песка?
8. Чем характеризуется зерновой состав крупного заполнителя?
9. Влияние формы зерен крупного заполнителя на свойства бетона.
10. Влияние пылевидных и глинистых частиц на бетон.
11. Влияние органических примесей на бетон.

ЗАДАЧИ

1. Насколько увеличивается объем 50 т песка при увлажнении до 5% , если насыпная плотность сухого песка 1450 кг/м^3 , а увлажненного- 1200 кг/м^3 .
2. Определить пустотность гравия, если $0,25 \text{ м}^3$ его весит 375 кг, а 150 г гравия вытесняют при погружении в воду 60 мл воды.
3. Определить марку щебня из гранита, если при испытании на сдавливание в цилиндре трех кг щебня и последующем просеве через сито прошло 86 г.

ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Методические указания к лабораторным работам

Составитель З.А. Камалова

Корректурa автора

Редакционно-издательский отдел

Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Формат 60x84/14

Заказ .

Печать ризографическая

Усл.печ.л.1,0

Тираж 100 экз.

Бумага офсетная № 1

Уч.-

изд.л.1,25

Печатно-множительный отдел КГ АСУ

420043, Казань, ул.Зеленая, 1