

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА**

Кафедра «Строительное производство»

М. Г. ОСМОЛОВСКАЯ, М. Н. ДОЛГАЧЕВА

ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ БЕТОНА

**Лабораторный практикум для студентов специальности
«Производство строительных изделий и конструкций»**

Гомель 2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА

Кафедра «Строительное производство»

М. Г. ОСМОЛОВСКАЯ, М. Н. ДОЛГАЧЕВА

ЗАПОЛНИТЕЛИ ДЛЯ БЕТОНА

Лабораторный практикум для студентов специальности
«Производство строительных изделий и конструкций»

Одобрено методической комиссией факультета ПГС

Гомель 2008

УДК 625.06(076.5)
ББК 35.41
О-74

Рецензент – начальник управления менеджмента качества СМТ № 27
Т. А. Клещева

Осмоловская, М. Г.

О-74 Заполнители для бетона : лаб. практикум / М. Г. Осмоловская, М. Н. Долгачева ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 27 с.
ISBN 978-985-468-445-1

Изложены теоретические основы и методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по курсу «Заполнители для бетона».

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций».

**УДК
625.06(076.5)
ББК 35.41**

ISBN 978-985-468-445-1

© Осмоловская М. Г., Долгачева М. Н., 2008
© Оформление. УО «БелГУТ», 2008

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум по курсу «Заполнители для бетона» предназначен для студентов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций».

Основной целью лабораторного практикума является более углубленное изучение студентами отдельных вопросов курса применительно к данной специальности и приобретение студентами навыков проведения исследовательских работ с целью совершенствования процессов производства заполнителей для бетона и улучшения их свойств.

При выполнении лабораторных работ студенты должны дополнительно изучить теоретическую часть темы по специальной литературе и в отчете привести литературный обзор.

Лабораторная работа № 1

ИСПЫТАНИЕ ПЛОТНОГО ПЕСКА, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И СРАВНЕНИЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ НД

Цель работы: 1 Приобрести навыки проведения стандартных лабораторных испытаний, выяснения их сущности и значения. 2 Ознакомиться на практике со свойствами и особенностями мелкого заполнителя, с требованиями государственных стандартов к его качеству. 3 Логически связать требования стандартов к качеству мелкого заполнителя и эффективность его применения в бетонах, закрепить теоретическое представление о структурообразующей роли мелкого заполнителя в бетоне.

Задания: 1 Определить: содержание в песке пылевидных и глинистых частиц; влажность; зерновой состав песка; насыпную плотность песка; среднюю плотность зерен песка. 2 Дать заключение о качестве песка.

Краткие сведения из теории. Мелкий заполнитель – это песок с размером зерен до 5 мм. Роль мелкого заполнителя в структуре образования обычного бетона более значительна, чем крупного. Без крупных заполнителей можно получать бетоны, называемые мелкозернистыми, без мелкого заполнителя обычный плотный бетон получить нельзя.

В тяжелых бетонах применяют пески природные и дробленые. Пески природные – это неорганический сыпучий материал (осадочная порода),

образовавшийся в результате естественного разрушения скальных горных пород и получаемый при разработке песчаных и песчано-гравийных месторождений без использования специального обогащительного оборудования. По условиям образования различают пески речные, морские, овражные (горные).

В зависимости от зернового состава согласно ГОСТ 8736-93 пески подразделяются на группы (таблица 1).

Таблица 1 – Группы песка по зерновому составу

Группа песка	Модуль крупности, МПа	Полный остаток на сите с размером отверстия 0,63 мм, % по массе
Очень крупный	Св. 3,5	Св. 75
Повышенной крупности	3,0–3,5	65–75
Крупный	2,5–3,0	45–65
Средний	2,0–2,5	30–45
Мелкий	1,5–2,0	10–30
Очень мелкий	1,0–1,5	До 10
Тонкий	0,7–1,0	Не нормируется
Очень тонкий	До 0,7	–

По крупности зерен (модулю крупности) песок подразделяется на два класса: I и II. Помимо обычного природного песка стандартами предусмотрена поставка потребителю фракционированного песка в виде двух его фракций. Фракцией считаются зерна заполнителя, которые проходят через более крупные и остаются на более мелком из двух сит, находящихся рядом в стандартном наборе, т. е. выделяемые этими двумя ситами из пробы заполнителя. Разделение песка на фракции производят по граничному зерну, соответствующему размером отверстий какого-либо из двух контрольных сит: 1,25 или 0,63 мм. Крупная (1,25–2,5 мм) и мелкая (0,63–1,00 мм) фракции песка должны поставляться, храниться и дозироваться при приготовлении бетонной смеси раздельно. Этим обеспечивается более рациональный состав бетонной смеси и более высокая однородность бетона. Плотности кварцевого песка: $\rho_{\text{нас}} = 1500 \dots 1700 \text{ кг/м}^3$; $\rho_s = 2,0 \dots 2,8 \text{ г/см}^3$.

Дробленый песок получают дроблением каменных горных пород и гравия в тех районах, где отсутствуют природные пески удовлетворительного качества. Целесообразно также получать и использовать дробленые пески из отсеков, остающихся при производстве каменного щебня. Преимуществом дробленого песка является лучшее сцепление с ним цементного камня в бетоне.

ГОСТ 26633-91 «Бетоны тяжелые мелкозернистые. Технические требования к заполнителям» предъявляет к мелкому заполнителю ряд требований по зерновому составу, ограничению вредных примесей и др.

Зерновой состав песка для бетона большинства видов строительных конструкций регламентирован требованиями, приведенными в таблице 2.

Очень мелкие пески с модулем крупности от 1,0 до 1,5 допускаются к применению в бетонах класса по прочности до $C^{25}/_{30}$. Содержание пылевидных и глинистых частиц в природном песке, согласно ГОСТ 8736-93, допускается не более 3 % по массе для песков I класса и не более 10 % – для песков II класса (тонких и очень тонких).

Таблица 2 – Требования к зерновому составу песка для бетона

Размеры отверстий контрольных сит, мм	Полные остатки на контрольных ситах, % по массе
2,5	0–20
1,25	5–45
0,63	20–70
0,315	35–90
0,16	90–100
Проход через сито 0,16 мм	0–10
Модуль крупности	1,5–3,25

1 Определение содержания в песке пылевидных и глинистых частиц

Приборы и материалы: весы лабораторные, шкаф сушильный, сито 008, песок, вода.

Порядок выполнения работы. Берут 100 г песка, высыпают на сито и промывают водой. Промытый песок просушивают в сушильном шкафу при $t = 100$ °С до постоянной массы. Охлаждают, взвешивают и определяют относительную потерю массы.

Содержание пылевидных и глинистых примесей, % , вычисляют по формуле

$$П = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где m – масса навески сухого песка до отмачивания, г;

m_1 – масса высушенной навески песка после отмачивания, г.

Результаты заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний

Масса естественного песка m , г	Масса сухого песка m_1 , г	Разница по массе $(m - m_1)$, г	Примеси, %
100			
100			

Сделать вывод по результатам испытаний. Данный песок:

- 1) пригоден для бетона;
- 2) подлежит промывке.

2 Определение влажности

Приборы и материалы: весы лабораторные, шкаф сушильный, противень, песок кварцевый влажный.

Порядок выполнения работы. Берут навеску влажного песка массой 1000 г, насыпают в противень и сразу же взвешивают, а затем высушивают до постоянной массы.

Влажность по массе, %, вычисляют по формуле

$$W = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (2)$$

где m – масса навески в естественном состоянии, г;

m_1 – масса навески в сухом состоянии, г.

Результаты испытаний заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний

Масса естественного песка m , г	Масса в сухом состоянии m_1 , г	Разница по массе $(m - m_1)$, г	Влажность W , %
1000			
1000			

3 Определение зернового состава песка

Приборы и материалы: весы лабораторные, набор сит с круглыми отверстиями диаметрами 5; 2,5; 1,25; 0,63; 315; 0,16 мм, шкаф сушильный, песок кварцевый для испытаний.

Порядок выполнения работы. Песок высушивают до постоянной массы, берут 1000 г его и просеивают через сита 5; 2,5; 25; 0,63; 0,315; 0,16 мм и производят взвешивание остатков на каждом сите, проводят расчеты.

1 Определяют частные остатки (a_i) песка на каждом сите:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где m – масса песка, г;

m_i – масса остатка на сите, г.

2 Определяют полный остаток (A_i , %) песка:

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + a_i, \quad (4)$$

где $a_{2,5}$, $a_{1,25}$ – частные остатки песка на ситах, %.

3 Определяют модуль крупности (M_k) песка по формуле

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + \dots + A_{0,16}}{100}. \quad (5)$$

Результаты испытаний заносят в таблицу 5, вычисляют содержание фракций по формуле (3), частные, полные остатки песка и модуль крупности по формулам (4), (5).

Таблица 5 – Зерновой состав песка

Размер отверстий сит, мм	Частные остатки на ситах		Полные остатки на ситах A , %	Требования ГОСТ по полным остаткам, %
	Γ	a_i , %		
2,5				
1,25				
0,63				
0,315				
0,16				
Меньше 0,16				
Сумма				

Результаты определения зернового состава песка изображают графически в виде кривой просеивания.

Выводы по результатам испытания:

Средняя влажность песка _____ % по массе.

Сделать выводы о корректировке количества воды при расчете состава бетона или строительного раствора. Модуль крупности $M_k = \underline{\hspace{2cm}}$.

Вывод о принадлежности песка к группе по крупности.

Вывод о соответствии песка требованиям к зерновому составу _____.

Вывод о пригодности песка для получения бетонов определенной проектной _____ прочности

4 Определение насыпной плотности песка

Приборы и материалы: весы лабораторные, сосуд мерный металлический вместимостью 1 л, шкаф сушильный, шейка металлическая, песок кварцевый.

Порядок выполнения работы. Насыпную плотность песка определяют отношением массы сыпучего песка к его объему, включая пустоты между частицами, в стандартном неуплотненном состоянии, засыпав песок с высоты 10 см в предварительно взвешенный стандартный мерный сосуд. Песок насыпают с избытком, избыток срезают металлической линейкой вровень с краями сосуда. После этого сосуд с песком взвешивают. Определение насыпной плотности производят 2 раза.

Насыпную плотность, %, вычисляют по формуле

$$\rho_n = \frac{m_1 - m}{V}, \quad (6)$$

где m_1 – масса мерного сосуда с песком, кг;

m – масса мерного сосуда, кг ;

V – вместимость сосуда, м³.

Результаты испытаний заносят в таблицу 6.

Таблица 6 – Насыпная плотность кварцевого песка

Определение	Песок сухой		Песок влажный	
	1	2	1	2
Вместимость мерного сосуда, м ³				
Масса мерного сосуда, кг				
Масса мерного сосуда с песком, кг				
Масса песка, кг				
Насыпная плотность, кг/ м ²				
Среднее арифметическое значение				

Сравнить насыпную плотность сухого и влажного песка, объяснить полученные результаты. Сделать вывод, какая необходима корректировка состава бетона при дозировании по объему.

5 Определение средней плотности зерен песка

Приборы и материалы: прибор Ле-Шателье, весы настольные, шкаф сушильный, песок кварцевый, стаканчик для взвешивания.

Порядок выполнения работы. Прибор Ле-Шателье заполняют водой до нижней риски, затем медленно всыпают предварительно взвешенную навеску 100 г песка до тех пор, пока уровень воды в приборе не поднимется до верхней риски. Определяют массу оставшегося песка. Массу песка в приборе определяют как разницу первоначальной навески и остатка. Плотность зерен песка, г/см³, вычисляют по формуле

$$\rho_3 = \frac{m - m_1}{V}, \quad (7)$$

где m – масса взятой для испытания навески песка, г;

m_1 – масса остатка песка после испытания, г;

V – объем воды, вытесненной песком, см³ (мл).

Результаты испытаний заносят в таблицу 7.

Таблица 7 – Плотность зерен песка

Масса навески сухого песка m , г	Масса остатка песка m_1 , г	Израсходовано песка, г	Объем воды, вытесненной песком, см ³	Средняя плотность зерен песка, г/см ³

--	--	--	--	--

Сопоставить насыпную плотность и плотность зерен кварцевого песка.

Заключение: 1 О соответствии результатов испытания песка требованиям стандартов: ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ. Технические условия; ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытания; ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. 2 О пригодности к применению мелкого заполнителя для бетона (делается по совокупности рассмотренных показателей).

Лабораторная работа № 2 ИСПЫТАНИЕ ЩЕБНЯ (ГРАВИЯ). ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И СВОЙСТВА БЕТОНА

Цель работы: 1 Практически ознакомиться со свойствами крупных заполнителей и их структурными особенностями. 2 Сравнить требования стандартов к качеству крупного заполнителя и эффективность применения их в бетонах.

Задания: 1 Определить насыпную плотность заполнителей, плотность зерен заполнителя, дробимость природного щебня. 2 Дать заключение о качестве заполнителя и области их рационального использования в бетоне.

Краткие сведения из теории. Крупными называются заполнители, размеры которых превышают 5 мм. Их поставляют потребителям в виде отдельных фракций по крупности зёрен: 5 (3)–10; 10–20; 20–40 и др. Допускается поставка заполнителей фракций 5 (3)–20 мм.

Требуемые нормативные документы (НД): ГОСТ 8267–93. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические требования; ГОСТ 8269.0–97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы испытаний. Крупный заполнитель согласно ГОСТ 8269.0–97 из изверженных пород марок 800 и выше, может применяться в качестве крупного заполнителя для всех видов тяжёлого бетона сборных и монолитных конструкций, причем для бетонов класса $C^{20/25}$ (B25) и выше марка щебня должна быть выше $R_{сж}$ бетона не менее чем в 2 раза.

Таблица 1 – Марки гранитного щебня

Марка по прочности	Потеря массы при испытании, %	Предел прочности при сжатии исходной горной породы, МПа
--------------------	-------------------------------	---

1400	До 12 включительно	Св. 140 до 140
1200	Св. 12 до 16	” 120 ” 140
1000	” 16 ” 20	” 100 ” 120
800	” 20 ” 25	” 80 ” 100
600	” 25 ” 34	” 60 ” 80

Насыпной плотностью ρ_n заполнителя называется отношение его массы ко всему занимаемому объёму, включая межзерновую пустотность ($\rho_n = 1600 \dots 2500 \text{ кг/м}^3$).

Плотность зерен заполнителя представляет собой отношение массы пробы сухого щебня (гравия) к суммарному объёму его зерен: $\rho_{з.щ.} = 2600 \dots 3000 \text{ кг/м}^3$.

1 Определение насыпной плотности заполнителя

Приборы и материалы: весы, металлическая ёмкость, шкаф сушильный, крупный заполнитель 5–20.

Порядок выполнения работы. Высушенный до постоянной массы заполнитель насыпают с высоты 100 мм в предварительно взвешенный мерный сосуд до образования над верхом сосуда конуса, срезают конус стальной линейкой и сосуд с заполнителем взвешивают. Насыпную плотность, кг/м^3 , определяют по формуле

$$\rho_n = \frac{m_2 - m_1}{V}, \quad (1)$$

где m_2 – масса сосуда со щебнем, кг;

m_1 – масса сосуда без щебня, кг;

V – объём сосуда, м^3 .

Определяют среднее значение насыпной плотности: $\rho_n, \text{ ср} = \dots$.

Результаты испытаний заносят в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты определения насыпной плотности крупного заполнителя

Определения	Щебень гранитный	
	1	2
Фракция, мм		
Вместимость мерного цилиндра, л (м^3)		
Масса мерного цилиндра, кг		
Масса заполнителя, кг		
Насыпная плотность заполнителя, кг/м^3		

Дать заключение о насыпной плотности заполнителя.

2 Определение плотности зерен заполнителя

Приборы и материалы: весы, металлический сосуд вместимостью 1 л, гидростатические весы, шкаф сушильный, сосуд для насыщения, сито 2,5.

Порядок выполнения работ. Объем зерен заполнителя определяют по разнице в результатах взвешивания пробы на воздухе и в воде. Плотность зерен заполнителя, г/см³ или кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_n = \frac{m_2 \rho_v}{m_1 - m_2}, \quad (2)$$

где m_1 – масса водонасыщенного щебня, кг;

m_2 – масса в воде, кг;

ρ_v – плотность воды, 1 г/см³.

Пробы крупного заполнителя объемом в 1 л насыщают водой, опуская в воду комнатной температуры на 2 часа. Насыщенные водой заполнители вынимают из воды, удаляют влагу с их поверхности мягкой влажной тканью, взвешивают на настольных весах, а затем – на гидростатических, помещая заполнители в сетчатый (перфорированный) стакан, погруженный в воду.

Результаты испытаний заносят в таблицу 3 с определением $\rho_{\text{н ср}}$ по формуле

$$\rho_{\text{н ср}} = \frac{\rho_{\text{н1}} - \rho_{\text{н2}}}{2}. \quad (3)$$

Дать заключение о плотности зерен заполнителя.

Таблица 3 – Результаты определения плотности зерен заполнителей

Определения	Щебень гранитный	
	1	2
Масса пробы в насыщенном водой состоянии, г (кг)		
Результат гидростатического взвешивания, г (кг)		
Плотность зерен заполнителя, г/см ³ (кг/м ³)		
Средняя плотность зерен заполнителя		

3 Определение дробности природного гранитного щебня (гравия)

Приборы и материалы: пресс гидравлический, цилиндры стальные с внутренним диаметром 150 мм со съёмным дном и плунжером, весы настольные лабораторные, сито с сеткой 2,5, шкаф сушильный, сосуд для насыщения щебня (гравия).

Порядок выполнения работы. В стальной цилиндр с внутренним диаметром и высотой 150 мм с высоты 50 мм засыпают пробу заполнителя так, чтобы верхний его уровень примерно на 15 мм не доходил до верхнего уровня. Затем в цилиндр вставляют пуансон и на гидравлическом прессе делают сжимающее усилие 20 кН (20 тс).

После сжатия пробу заполнителя высыпают из цилиндра в предварительно взвешенный сосуд и взвешивают. Затем её просеивают через сито с отверстием, в 4 раза меньшем наименьшего номинального

размера испытуемой фракции заполнителя – 2,5 мм. Остаток заполнителя на сите после просеивания взвешивают.

Дробимость, %, определяется по формуле

$$Др = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (4)$$

где m – масса пробы заполнителя, г;

m_1 – масса остатка на сите после отсеивания раздробившихся частиц, г.

Результаты испытания заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний на дробимость крупных заполнителей

Определения	Щебень	
	1	2
Фракция, мм		
Размер отверстий контрольного сита, мм		
Усилие на пуансон, Н		
Масса пробы, кг		
Масса остатка на контрольном сите, кг		
Масса отсеянных зерен, кг		
Потеря массы при испытании, %		
Предел прочности, МПа		
Марка по прочности		

Дать заключение о марке крупного заполнителя.

4 Общее заключение о качестве заполнителей и области их рационального использования в бетонах

На основании результатов выполненной работы и их анализа дается заключение о достоинствах и недостатках заполнителя.

В соответствии с предписаниями ГОСТ 10268 определяется область применения природного гранитного щебня в тяжелых бетонах соответствующих марок по прочности.

Контрольные вопросы

- 1 Чем ограничивается верхний предел крупности заполнителей?
- 2 Как влияет расход крупного заполнителя на расход цемента в бетоне?
- 3 Что выражает обозначение марки щебня из природных каменных материалов?
- 4 Как определяется дробимость заполнителей?

Лабораторная работа № 3 ИСПЫТАНИЕ ГЛИН КАК СЫРЬЯ ДЛЯ КЕРАМЗИТА

И АГЛОПОРИТА

Цель работы: 1 Ознакомиться с основными требованиями к сырью для получения керамзита и аглопорита. 2 Сделать вывод из результатов опыта.

Задание: определить пластичность глин (которая характеризуется числом пластичности) и сроки вспучивания сырья.

Краткие сведения из теории. Основные свойства сырья для получения керамзита и аглопорита:

1) пластичность (число пластичности);

2) вспучиваемость (коэффициент вспучиваемости) – для получения керамзитного гравия.

Для производства керамзита пригодны монтмориллонитовые и гидрослюдистые глины, содержащие не более 30 % кварца. Общее содержание SiO_2 должно быть не более 70 %, Al_2O_3 – не менее 12 % (желательно около 20 %), $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ – до 10 %, органических примесей – 1–2 %.

Пригодность глинистого сырья для производства керамзита устанавливают специальным исследованием его свойств.

Важнейшее требование к сырью – вспучивание при обжиге.

Вспучиваемость характеризуется коэффициентом вспучивания

$$k_v = V_k / V_c, \quad (1)$$

где V_k – объем вспученной гранулы керамзита, м^3 ;

V_c – объем сухой сырцово-гранулы до обжига, м^3 .

Коэффициент вспучивания можно определить также по формуле

$$k_v = \frac{\rho_c}{\rho_k} \left(1 - \frac{\Pi_n}{100} \right), \quad (2)$$

где ρ_c – плотность сухой сырцово-гранулы;

ρ_k – плотность вспученной гранулы керамзита;

Π_n – потери в массе сухой сырцово-гранулы при прокалывании, %.

k_v должен быть не менее 2 (желательно 3–4).

Легкоплавкость t , °С, обжига должна быть не выше 1250 °С.

Интервал вспучивания – так называют разницу между предельно возможной t , °С, обжига и t , °С начала вспучивания данного сырья.

Органические добавки: железистые добавки и др. Добавляют стеклопорошки из специально сваренных легкоплавких стекол.

Малопластичные, тощие (суглинки) глинистые породы используют для производства керамзитового гравия и аглопоритового щебня и песка.

По пластичности глины делятся на три класса:

- I – число пластичности более 15;
- II – 7–15;
- III – 1–7.

Малопластичные, тощие, запесоченные глинистые породы, суглинки при обжиге не вспучиваются. Эти породы можно использовать для получения другого искусственного пористого заполнителя – аглопорита.

Сырьем служат глинистые породы и уголь (7–12 %). Готовят рыхлую шихту и укладывают ее на колосниковую решетку. Под решеткой создается разрежение (отсос воздуха), происходит просос воздуха через шихту. Сверху шихту поджигают, создается температура до 1400–1500 °С. При этом шихта спекается в пористую остекловатую массу. Процесс спекания происходит очень быстро (т. е. происходит агломерация). Когда этот процесс завершается, получают спекшийся аглопоритовый корж, который дробится на щебень и песок.

1 Определение пластичности глин

Приборы и материалы: прибор Васильева, плоскодонная фарфоровая чаша, бюксы, аналитические весы, сушильный шкаф, ступка фарфоровая с пестиком, сито 05, мерный цилиндр вместимостью 100 мл.

Порядок выполнения работы. Для испытания берут 100 г глины, высушивают в бюксе. Помещают в фарфоровую ступку, растирают пестиком на кусочки не более 0,5 мм и просеивают через сито 0,5. Из просеянной глины взвешивают 50 г и помещают в плоскодонную фарфоровую чашку, приливая дистиллированную воду. Перемешивают до получения однородности (той, что имели до высушивания). С помощью шпателя равномерно распределяют глиняное тесто по дну чашки толщиной 10–15 мм. Далее шпателем разрезают на равные части так, чтобы между ними образовался просвет 2,5–3 мм поверху и 1 мм – у дна чашки. Чашку с разрезанной массой устанавливают на диск прибора Васильцова и закрепляют резинкой. Стержень вместе с прикрепленным диском и чашкой поднимают на высоту 75 мм от плиты станины и закрепляют винтом. Затем, быстро отпустив винт, дают стержню свободно опуститься вниз до удара о опорную плиту станины. В результате встряхивания просвет между ними уменьшается. Массу встряхиваем 3 раза, наблюдаются просветы. Испытания считают законченными после 3 удара. Если после 3 удара обе части на дне чашки не соединятся, это значит, что масса очень густая (мало воды), поэтому постепенно доливают воду, перемешивая массу, и снова проводят опыт. Если соединение массы произошло после 1-го или 2-го удара, значит масса очень жидкая. В этом случае к массе добавляют сухую просеянную фарфоровую глину по 0,5 г, перемешивают, и снова повторяют опыт. Получают массу требуемой консистенции. От ее отбирают 10–15 г ,

взвешивают и высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу. Влажность, %, рассчитывают по формуле

$$W_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100, \quad (3)$$

где, m_1 – масса влажной глины, г;

m_2 – масса сухой глины, г.

Далее с оставшегося количества глины определяют границу скатывания: к этой массе постепенно добавляют сухую глину, получаемую смесь перемешивают и переносят на толстое стекло и раскатывают в жгут $d = 3$ мм. Раскатывать продолжают до тех пор, пока жгут не начнет рассыпаться на отдельные части. Образованные при этом комки глины собирают в буюкс, взвешивают, высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу и определяют влажность границы раскатывания:

$$W_1 = \frac{m_1^* - m_2^*}{m_2^*} \cdot 100, \quad (4)$$

где m_1^* – масса отделившихся комков от жгута, г;

m_2^* – масса высушенных до постоянной массы комков глины, г.

Число пластичности

$$\Pi = W_1 - W_2. \quad (5)$$

Результаты испытания заносят в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты испытания

Номер опыта	Масса для испытания, г	m_1 , г	m_1 , г	W_1 , %	m_1^* , г	m_2^* , г	W_2 , %	Π
1								
2								

2 Определение коэффициента вспучивания сырья

Приборы и материалы: весы, сушильный шкаф, емкость для насыщения водой, гидростатические весы, мерный сосуд.

Порядок проведения работы. Определяют коэффициент вспучивания по формуле

$$k_v = \frac{\rho_c}{\rho_k} \left(1 - \frac{\Pi}{100} \right), \quad (6)$$

где ρ_c – плотность сухой сырцовой гранулы;
 ρ_k – плотность вспученной гранулы керамзита;
 $\Pi_{п}$ – потери в массе сухой сырцовой при прокалывании, %.

$$\rho_{c,k} = \frac{m\rho_в}{m_1 - m_2}, \quad (7)$$

где m – масса пробы в сухом состоянии, г;
 m_1 – масса поры в водонасыщенном состоянии, г;
 m_2 – результат взвешивания той же породы в воде, г;
 $\rho_в$ – плотность воды, принятая равной 1 г/см³.

Пробы сухих сырцовых гранул и керамзитовых вспученных гранул объемом в 1 л высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу.

Затем их насыщают с водой, опуская в воду комнатной температуры на 2 часа, для того чтобы в процессе гидростатического взвешивания исключить проникание воды в поры. Насыщенные водой заполнители вынимают из воды, удаляют влагу мягкой влажной тканью, взвешивают на настольных весах, а затем – на гидростатических, помещая заполнители в сетчатый (перфорированный) стакан, погруженный в воду.

Результаты испытания. Плотность зерен вычисляют по формуле (5) и заносят в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты определения плотности сырцовых и керамзитовых вспученных гранул

Определения	Сырцовые гранулы	Керамзитовые вспученные гранулы
Масса пробы сухих гранул, г		
Масса пробы гранул, насыщенных водой, г		
Результаты гидростатического взвешивания, г		
Плотность гранул, г/см ³		

Определяют плотности сухой сырцовой массы ($\rho_c = 1,2$ г/см³) и вспученной гранулы керамзита ($\rho_k=1,4$ г/см³). Потери при прокалывании равны 24 %.

Рассчитывают коэффициент вспучивания $k_в$.

Для того чтобы получить качественный керамзит, $k_в$ должен быть не менее 2. Для высокого качества $k_в = 3$.

По результатам испытаний и расчетам следует сделать заключение.

ИСПЫТАНИЕ КЕРАМЗИТА, АГЛОПОРИТА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ, ОЦЕНКА И ВЛИЯНИЕ ИХ КОЛИЧЕСТВА НА СВОЙСТВА БЕТОНА

Цель работы: 1 Определить физико-механические свойства керамзита и аглопорита на предмет пригодности в качестве заполнителя для бетона. 2 Сравнить требования стандартов к качеству керамзита и аглопорита.

ИД: ГОСТ 9758-86. Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний; СТБ 1217-2000. Гравий, щебень и песок искусственные пористые. ТУ.

Задания: 1 Определить: зерновой состав крупных заполнителей (керамзит, аглопорит); объемную насыпную массу и марку крупного заполнителя по прочности на сжатие, водопоглощение. 2 Дать общее заключение о качестве керамзита и аглопорита.

Краткие сведения из теории. По своей природе к искусственным заполнителям относятся керамзитовый гравий и аглопоритовый щебень, получаемые вспучиванием, спеканием при обжиге или другой специальной переработкой природного сырья или промышленных отходов.

Гравий керамзитовый получают из глинистого сырья вспучиванием гранул при обжиге во вращающейся печи. Температура обжига – до 1200 °С хорошо вспучивающейся глины – пригодна для производства керамзита.

Щебень аглопоритовый получают спеканием тощих, не вспучивающихся глинистых пород с добавкой до 10 % дробленого каменного угля.

Спекание (агломерацию) производят на решетчатом конвейере агломерационной машины после зажигания слоя шихты при прососе через него воздуха. После спекания слоя шихты образующийся корж охлаждают и дробят, получая щебень и аглопоритовый песок.

Гравий керамзитовый и аглопоритовый щебень маркируются по прочности (дробимости) и насыпной плотности, поскольку они предназначены для получения легких бетонов (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Марки и требования к прочности керамзита

Марка		Насыпная плотность, кг/м ³	Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	
по насыпной плотности	по прочности			
200	П15	До 200 вкл.	До 0,5 вкл.	—
250	П25	200–250	0,5–0,7	—
300	П35	250–300	0,7–1,0	—
350	П50	300–350	1,0–1,5	—
400	П50	350–400	1,0–1,5	—
450	П75	400–450	1,5–2,0	1,5–2,0

500	П100	450–500	2,0–2,5	2,0–2,5
550	П100	500–550	2,0–2,5	2,0–2,5
600	П125	550–600	2,5–3,3	2,5–3,3
700	П150	600–700	3,3–4,5	3,3–4,5
800	П200	700–800	4,5–5,5	4,5–5,5

Таблица 2 — Марки и требования к прочности аглопоритового щебня

Марка		Насыпная плотность, кг/м ³	Прочность при сдаливании в цилиндре, МПа
по насыпной плотности	по прочности		
400	П35	От 350 до 400 вкл	От 0,4 до,05 вкл.
450	П50	400–450	0,5–0,6
500	П50	450–500	0,5–0,6
550	П75	500–550	0,6–0,7
600	П75	550–600	0,6–0,7
700	П100	600–700	0,7–0,8
800	П150	700–800	0,8–0,9
900	П250	800–900	0,9–1,0

1 Определение зернового состава крупного заполнителя

Приборы и материалы: набор сит (5; 10; 20; 40), весы, керамзит, аглопорит.

Порядок выполнения работы. Набирают керамзит в двухлитровый сосуд и взвешивают, а аглопорит – в пятилитровый и тоже взвешивают. Затем керамзит просеивают через сита 5, 10, 20, а аглопорит – через сита 40, 20, 10, 5. Производят рассев и определяют их количество в процентах на каждом сите по крупности для фракционирования, в процентном количестве для расчета состава бетона и дальнейшей корректировки. Полученные результаты заносят в таблицу 3.

Таблица 3 — Количество остатка на сите заполнителя

Фракции отсева	Керамзит, %	Аглопорит, %
5–10	—	
10–20		
20–40		

2 Определение объемной насыпной массы и марки

крупного заполнителя по прочности на сжатие

Приборы и материалы: емкость 5 л, весы, заполнитель, пресс, стальные цилиндры.

Порядок выполнения работы. Взвешивают сосуд объемом 5 л сначала пустой, а потом – полный. Определяют насыпную плотность заполнителя:

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{V} \cdot 100 \% , \quad (1)$$

где m_1 – масса сосуда с материалом, кг;

m_2 – масса сосуда без материала, кг;

V – объем сосуда, м³

Насыпают заполнитель в цилиндр для испытания на сжатие до нижней метки, устанавливают под пресс и сдавливают до тех пор, пока пуансон не станет на уровне верхней метки, фиксируют нагрузку. Прочность испытуемых материалов вычисляют по формуле

$$R_{сж} = \frac{F}{A} , \quad (2)$$

где F – нагрузка при погружении пуансона до верхней риски, Н;

A – площадь поперечного сечения цилиндра, равная 0,0117 м².

Результаты испытания заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний

Определение	Керамзит	Аглопорит
Фракции, мм		
Вместимость мерного цилиндра, м ³		
Масса цилиндра, кг		
Масса заполнителя, кг		
Насыпная плотность, кг/ м ³		
Марка по насыпной плотности согласно СТБ		
Нагрузка при сдавливании, Н		
Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа		

3 Определение водопоглощения

Приборы и материалы: весы, сушильный шкаф, емкость 5 л, емкость с водой, заполнитель.

Порядок выполнения работы. Взвешивают керамзит и аглопорит, предварительно высыпав в 5-литровый цилиндр, высушивают и помещают в

емкость с водой не менее 2 ч при $t = 20 \pm 3$ °С. Затем взвешивают насыщенный наполнитель. Водопоглощение определяют по формуле

$$W_{\text{погл.м}} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где m_1 – масса насыщенного водой материала, г;

m_2 – масса сухого материала, г.

Результаты испытания заносят в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты испытания

Определение	Керамзит	Аглопорит
Масса пробы сухого наполнителя, г Масса пробы, насыщенной водой, г Водопоглощение Требования СТБ		

Общее заключение. На основании результатов выполненной работы и их анализа делают заключение о достоинствах и недостатках каждого из испытанных наполнителей по насыпной плотности, прочности и водопоглощению.

Лабораторная работа № 5

ИСПЫТАНИЕ ЩЕБНЯ ИЗ ПЕНОСТЕКЛА

Цель работы: 1 Освоить основные свойства щебня из пеностекла как легкого теплоизоляционного материала. 2 Провести сравнительный анализ по полученным результатам и требованиям НД.

Задание. Определить: 1) насыпную плотность пеностекла; 2) истинную плотность пеностекла; 3) водопоглощение; 4) прочность пеностекла.

Краткие сведения из теории. Пеностекло – искусственный, теплоизоляционный материал. По насыпной плотности оно бывает марок 180–350 кг/м³. Используют в строительстве как теплоизоляционный материал. Плотность при сжатии в цилиндре – не менее 0,7 МПа.

Водопоглощение согласно ГОСТ 11177 – не более 5 %. Средняя плотность не превышает 180 кг/см³. Основные свойства определяются по ГОСТ 11177

Основной вид материала – блоки из пеностекла. Из отходов и обрезков блоков изготавливают щебень.

1 Определение насыпной плотности пеностекла

Приборы и материалы: весы лабораторные, емкость 1 л, щебень из пеностекла.

Порядок выполнения работы. Насыпают с высоты 10 см щебень из пеностекла в металлическую ёмкость $V = 1$ л, горку срезают, и взвешивают литровик с пеностеклом.

Насыпную плотность, кг/м^3 , вычисляют по формуле

$$\rho_n = \frac{m_1 - m_2}{V}, \quad (1)$$

где m_1 – масса 1 л металлической емкости с пеностеклом, кг;

m_2 – масса металлической 1 литровой емкости, кг.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний

Номер испытания	Масса металлической емкости 1 л, кг	Масса металлической емкости 1 л. с пеностеклом, кг	Объем металлической емкости, м^3	Насыпная плотность пеностекла, кг/м^3	Средняя насыпная плотность, кг/м^3
1					
2					

2 Определение истинной плотности пеностекла

Приборы и материалы: весы гидростатические, литровая металлическая емкость, сетчатый сосуд, емкость с водой, пеностекло.

Порядок выполнения работы. Пеностекло насыпают в металлический сосуд $V = 1$ л, взвешивают и помещают в емкость с водой на 24 часа, затем взвешивают, предварительно удалив ветошью лишнюю воду. Помещают данное пеностекло в сетчатый сосуд и взвешивают на гидростатических весах.

Истинную плотность, кг/м^3 , определяют по формуле

$$\rho_n = \frac{m_{\text{сух}} \rho_{\text{в}}}{m_{\text{нас}} - m_{\text{гидр}}}. \quad (2)$$

Таблица 2 – Результаты испытаний

№ опыта	Масса сухого пенопласта, кг	Масса пенопласта, насыщенного водой, кг	Масса пенопласта в воде, кг	Истинная плотность пенопласта, кг/м^3	Средняя истинная плотность пенопласта, кг/м^3

1					
2					

3 Определение водопоглощения

Приборы и материалы: весы, ёмкость для насыщения пеностекла, металлический сосуд $V = 1$ л, пеностекло.

Порядок выполнения работы. Берут металлический сосуд $V = 1$ л, всыпают пеностекло, взвешивают и помещают на 2 часа в ёмкость с водой. Далее удаляют ветошью лишнюю воду и взвешивают.

Водопоглощение определяют по формуле

$$W = \frac{m_n - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100 \% , \quad (3)$$

где m_n – масса насыщенного водой пеностекла, г;

$m_{\text{сух}}$ – масса сухого пеностекла, г.

Результаты испытаний заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний

№ опыта	Масса m_n , насыщенного водой пеностекла, г	Масса сухого пеностекла, $m_{\text{сух}}$, г	Водопоглощение пеностекла, %	Среднее водопоглощение пеностекла, %
1				
2				

4 Определение прочности пеностекла

Приборы и материалы: цилиндр и пуансон для сдавливания щебня из пеностекла, гидравлический пресс, щебень из пеностекла.

Порядок выполнения работы. В стальной цилиндр диаметром 150 мм засыпают пеностекло на высоту 100 мм, разравнивают его и затем вставляют в цилиндр пуансон с рисками, сдавливают через пуансон сжимающей нагрузкой и фиксируют нагрузку в тот момент, когда верхняя риска погружающегося в цилиндр пуансона окажется на уровне верхнего края цилиндра. Расстояние между рисками пуансона – 20 мм (сдавливание пеностекла на 1/5 его высоты).

Прочность испытанного пеностекла, МПа,

$$R_{\text{сж}} = \frac{F}{A} , \quad (4)$$

где F – нагрузка при погружении пуансона до верхней риски, Н;

A – площадь поперечного сечения цилиндра, равная $0,0177 \text{ м}^2$.

Результаты испытаний заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний

Определения	Щебень из пеностекла
Нагрузка при сдавливании пеностекла на 1/5 объема, Н	
Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа	
Требования стандарта по прочности, МПа	

Провести сравнительный анализ полученных результатов с требованиями стандарта.

Определить область применения пеностекла в соответствии со свойствами испытаний.

Контрольные вопросы

- 1 Из какого сырья и как получают щебень из пеностекла?
- 2 Что является сырьем для получения пеностекла?
- 3 Как определяется насыпная плотность пеностекла?
- 4 Какие требования предъявляются к пеностеклу как теплоизоляционному материалу?

Лабораторная работа № 6

ИСПЫТАНИЕ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ В БЕТОНЕ

Цель работы: определить основные свойства лёгких бетонов на аглопорите, керамзите и сравнить эффективность их применения.

Задания: 1 Приготовить лабораторные замесы лёгких бетонных смесей по ранее подобранному составу. 2 Определить: а) объёмные массы (плотности) аглопоритобетонной и керамзитобетонной смесей; б) плотность и прочность на сжатие лёгких бетонов на пористых заполнителях.

Краткие сведения из теории. Лёгкий бетон различного назначения получают в основном на пористых заполнителях – керамзитовом гравии или аглопорите. Чем легче заполнитель, тем легче бетон. Однако если требуется получить легкий бетон определённой прочности, необходимо считаться с тем, что чем легче пористый заполнитель, тем меньше его прочность.

Аглопорит по сравнению с керамзитом значительно утяжеляет конструкции, а в формировании прочности низкопрочного бетона не имеет перед ним преимуществ. В бетонах прочностью 10 или 20 МПа наиболее эффективен аглопорит, пористость которого такова, что обеспечивает минимальную плотность при необходимой и достаточной для данного случая прочности.

На стабильность всех показателей качества бетона влияет однородность применяемых заполнителей также по влажности, крупности, форме зёрен и т. д.

Объёмная масса лёгкой бетонной смеси соответственно равна 1200–1800 кг/см³.

1 Приготовление лабораторных замесов лёгких бетонных смесей по ранее подобранному составу

Приборы и материалы: формы контрольных кубов 10x10x10 см, лабораторные весы, ёмкость для перемешивания бетонной смеси, кельмы, цемент, аглопорит, керамзит, песок.

Данные для приготовления замесов смесей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав аглопоритобетона и керамзитобетона

Наименование лёгкого бетона	Расход материалов, кг на 1 м ³ /10 л			
	Цемент Ц	Лёгкий заполнитель З	Песок П	Вода В
Аглопоритобетон	265/2,65	405/4,05	500/5	210/2,1
Керамзитобетон Ж-1	265/2,65	405/4,05	500/5	210/2,1
Аглопоритобетон	265/2,65	405/4,05	500/5	210/2,1
Керамзитобетон Ж-1	265/2,65	405/4,05	500/5	210/2,1

При одном и том же расходе материалов необходимо сделать вывод о полученных бетонных смесях, об их жёсткости.

2 Определение объёмной массы (плотности) бетонных смесей

Приборы и материалы: мерный сосуд, виброплощадка, весы, лабораторные, бетонная смесь пробных замесов.

Порядок выполнения работы. Для определения плотности бетонной смеси берут цилиндрический металлический сосуд, взвешивают, заполняют бетонной смесью с избытком, устанавливают на лабораторную виброплощадку и уплотняют. Одновременно, включив секундомер, фиксируют время вибрирования до момента появления цементного раствора на поверхности бетонной смеси, избыток смеси срезают металлической линейкой. Затем форму с бетонной смесью взвешивают с погрешностью не более 0,1 % и вычисляют объёмную массу (плотность) бетонной смеси:

$$\rho_{б,см} = \frac{m - m_1}{V} \cdot 1000, \quad (1)$$

где m – масса мерного сосуда с бетонной смесью, г;

m_1 – масса мерного сосуда без бетонной смеси, г;

V – объём мерного сосуда, см³.

Результаты испытаний заносят в таблицу 2.
 На основании полученных плотностей необходимо сделать вывод.

Таблица 2 – Результаты испытаний

Наименование бетонной смеси	Масса мерного сосуда с бетонной смесью m , г	Масса мерного сосуда без бетонной смеси m_1 , г	Объём мерного сосуда V , см^3	Объёмная масса (плотность) $\rho_{\text{б,см}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$
Аглопоритобетон				
Керамзитобетон				

3 Определение плотности и прочности на сжатие лёгких бетонов на пористых заполнителях

Приборы и материалы: пресс гидравлический, весы технические, линейка металлическая, образцы контрольных кубов с ребром 100 мм.

Порядок выполнения работы. Контрольные кубы взвешивают, замеряют среднюю рабочую площадь образца и высоту, определяют объём образца и по формуле определяют плотность бетона:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (2)$$

где ρ – плотность бетона, $\text{кг}/\text{см}^3$;

m – масса бетонного образца 10х10х10 кг;

V – объём бетонного образца 10х10х10 см^3 .

Далее контрольные образцы испытывают до разрушения на гидравлическом прессе. Предел прочности при сжатии

$$R_{\text{сж}} = \frac{F}{A} \alpha, \quad (3)$$

где F – разрушающая сила, Н;

A – площадь поперечного сечения образца, мм^2 ;

α – масштабный коэффициент, учитывающий переход к прочности образцов базового размера, при контрольных кубах 10х10х10 см $\alpha = 0,95$.

Результаты определения средней плотности бетона и предела прочности бетона на сжатие заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Физико-механические характеристики испытанного бетона

Показатели	Виды бетона
------------	-------------

	аглопоритобетон		керамзитобетон	
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 1	Образец № 2
Масса образца m , г				
Средняя рабочая площадь образца A , мм ²				
Высота образца h , мм				
Объём образца V , мм ³				
Средняя плотность ρ , кг/см ³				
Величина разрушающей нагрузки F , кН				
Предел прочности образца при сжатии $R_{сж}$, МПа				

Заключение: По прочности на сжатие испытанные лёгкие бетоны переводят в возраст 28 суток по формуле

$$R_{28} = R_n \left(\frac{\ln 28}{\ln n} \right), \quad (4)$$

где R_n – предел прочности бетона в возрасте n суток, МПа;

R_{28} – предел прочности в возрасте 28 суток, МПа;

n – число суток твердения бетона.

Делают вывод по показателям плотности и прочности на сжатие аглопоритобетона и керамзитобетона.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите компоненты, входящие в составы бетонов и в чём основная разница?
- 2 Охарактеризовать основные свойства бетонных смесей.
- 3 Как определить жёсткость бетонной смеси? В каких единицах она выражается?
- 4 В чём сущность основного закона прочности лёгких бетонов?
- 5 Как приготавливается бетонная смесь в лабораторных условиях на металлическом бойке?
- 6 Какова зависимость между плотностью и прочностью в лёгких бетонах?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Цыганков, И. И. Формование железобетонных конструкций / И. И. Цыганков. – М. : Стройиздат, 1996. – 119 с.
- 2 Справочник работника строительной лаборатории ЖБИ. – Киев : Будівельник,

1995. – 97 с.

3 **Сизов, В. Н.** Технология бетонных и железобетонных изделий / В. Н. Сизов, С. А. Киров. – М. : Высшая школа, 1992. – 230 с.

4 **Цикович, С. М.** Заполнители для бетона / С. М. Цикович. – М. , 1989. – 269 с.

5 **Цикович, С. М.** Технология заполнителей бетона / С. М. Цикович, А. Д. Чумаков, Ю. М. Боженков. – М. : Высшая школа, 1991. – 274 с.

6 **Иванов, И. А.** Легкие бетоны на искусственных заполнителях / И. А. Иванов. – М. , 1993. – 304 с.

7 **Онацкий, С. П.** Производство керамзита / С. П. Онацкий. – М. : Стройиздат, 1971. – 283 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
<i>Лабораторная работа № 1.</i> Испытание плотного песка, оценка качества и сравнение с требованиями НД.....	3
<i>Лабораторная работа № 2.</i> Испытание щебня (гравия). Оценка качества и свойства бетона.....	9
<i>Лабораторная работа № 3.</i> Испытание глин как сырья для керамзита и аглопорита.....	12
<i>Лабораторная работа № 4.</i> Испытание керамзита, аглопорита. Определение основных свойств, оценка и влияние их количества на свойства бетона.....	16
<i>Лабораторная работа № 5.</i> Испытание щебня из пеностекла.....	20
<i>Лабораторная работа № 6.</i> Испытание пористых заполнителей в бетоне.....	23
Список литературы.....	26