

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра строительного производства и экспертизы недвижимости

Составитель  
Т. М. Федотова

## **СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

### **Методические указания к лабораторным занятиям**

Рекомендованы учебно-методической комиссией  
направления подготовки 08.03.01 Строительство  
в качестве электронного издания  
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензенты

Сорокин А. Б. – кандидат технических наук, доцент кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости

Рудковская Н. Ю. – доцент кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости

**Федотова Татьяна Митрофановна**

**Современные материалы в строительстве:** методические указания к лабораторным занятиям [Электронный ресурс] для обучающихся направления подготовки 08.03.01 Строительство, профиль Промышленное и гражданское строительство, всех форм обучения / сост.: Т. М. Федотова; КузГТУ. – Кемерово, 2019.

Включают содержание лабораторных занятий, цель и содержание работы, теоретические положения, оборудование и материалы, порядок проведения занятия, требования к отчету, контрольные вопросы.

© КузГТУ, 2019

© Федотова Т. М.,  
составление, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
Лабораторное занятие №1	
Определение свойств бетона	
с суперпластификаторами .....	5
Лабораторная занятие №2	
Определение свойств полистиролбетона.....	8
Лабораторная занятие №3	
Определение свойств сибита.....	10
Лабораторная занятие №4	
Определение свойств шлакощелочного бетона .....	13
Учебно-методическое и информационное	
обеспечение .....	16

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторные занятия являются важнейшей составной частью дисциплины «Современные материалы в строительстве» и проводятся бакалаврами направления подготовки 08.03.01 Строительство, профиль Промышленное и гражданское строительство. На дисциплину отводится 4 ЗЕ.

Студенты должны научиться определять свойства современных строительных материалов в лаборатории и делать заключения о пригодности данного материала в строительстве для работы в определенных условиях эксплуатации.

### **ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ БЕТОНА С СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРАМИ**

#### **1. Цель и содержание работы**

Студент должен научиться определять свойства бетона с добавкой суперпластификатора и делать выводы об улучшении свойств бетона с суперпластификаторами.

#### **2. Теоретические положения**

Пластифицирующие добавки в бетон применяются с целью повышения пластичности бетонной смеси, улучшения удобоукладываемости смеси, снижения водоцементного отношения и повышения прочности затвердевшего бетона.

Особое место в модифицировании бетонной смеси занимают суперпластификаторы. Наиболее распространенными суперпластификаторы являются:

- на основе меламиновой смолы – мелмент, 10-03 и др.;
- нафталинсульфокислоты – мейтей С-3, 40-03 и др.;
- модифицированных мигноноссульфонатов МЛСТ.

Суперпластификаторы вводят в небольших количествах 0,2–1 %, а эффект пластификации очень высокий.

Суперпластификаторы представляют собой анионактивные ор-

ганические вещества коллоидного размера, с молекулярной массой  $\approx 20000$  относительных единиц с большим количеством полярных групп в цепи. Добавку, адсорбируясь на твердой поверхности зерен цемента и заполнителя, создают на поверхности утолщенную оболочку со значительным отрицательным потенциалом и тем самым повышают эффект диспергации и отталкивания частиц, при этом повышается подвижность бетонной смеси.

Суперпластификатор не оказывает замедляющего влияния на гидратацию цемента, так как молекулы суперпластификатора вызывают дефлокуляцию (удаление) пленки новообразований.

Подобный механизм приводит к ограничению времени действия добавки всего 2–3 часа.

### 3. Порядок проведения работы

**Опыт 1.** Определение подвижности бетонной смеси суперпластификатором.

*Оборудование и материалы:* весы технические, щебень, песок, цемент, вода, суперпластификатор, емкость для перемешивания, конус стандартный, штыковка, линейки, резиновый коврик.

*Порядок проведения опыта.* Готовится заранее запроектированная бетонная смесь. Взвешивается требуемое количество щебня, песка, цемента. Все компоненты высыпаются последовательно в мешалку и смесь перемешивается всухую в течение 1 мин., затем добавляется требуемое количество воды затворения и смесь перемешивается еще 3 минуты.

Приготовленная бетонная смесь в три приема укладывается в стандартный конус, установленный на резиновый коврик. Каждая порция бетонной смеси штыкуется специальной штыковкой 25 раз. Избыток бетонной смеси срезается. Конус строго вертикально снимают. Освобожденная от формы конуса бетонная смесь под действием собственной массы начинает оседать.

После окончания осадки снятую форму конуса осторожно устанавливают рядом с осевшим конусом бетонной смеси. На верхнее основание конуса устанавливают металлическую линейку, от нижнего

ребра которой другой линейкой измеряют осадку бетонной смеси с точностью до 0,5 см.

Полученные результаты записывают в таблицу.

Готовят заранее запроектированную бетонную с добавкой суперпластификатора точно также, как описано выше.

Суперпластификатор (требуемое количество) растворяют в требуемом количестве воды затворения и вводят в перемешанную в сухую смесь компонентов.

Перемешивание бетонной смеси с суперпластификатором осуществляют в течение 3 минут.

Определяют подвижность приготовленной бетонной смеси с помощью стандартного конуса так же как описано выше.

Полученные результаты записывают в табл. 1.

Таблица 1

Вид бетонной смеси	Осадка конуса, см	Разница осадки конуса, см

**Опыт 2.** Определение прочности бетона с суперпластификатором.

Оборудование и материалы: образцы затвердевшего бетона размером 10×10×10 см, штангенциркуль, пресс гидравлический.

Порядок проведения опыта. Образцы-кубы бетона осматриваются, измеряются и взвешиваются. При этом определяют среднюю плотность бетона, результаты записывают в таблицу. Опорные грани на образцах-кубах предназначенных для испытания при сжатии, выбирают с таким условием, чтобы сжимающая сила при испытании была направлена параллельно слоям укладки бетонной смеси в формы. Образец устанавливают на нижнюю плиту пресса, верхнюю плиту подводят вручную и включают пресс. Нагрузка на образец подается непрерывно и равномерно со скоростью  $0,6 \pm 0,4$  МПа/с до разрушения. На прессе отмечают разрушающую нагрузку, кг, т.

Предел прочности бетона при сжатии для каждого образца определяют по формуле

$$R_{сж} = \frac{P_{разр}}{S},$$

где  $P_{разр}$  – разрушающая нагрузка, кг, Н;  $S$  – площадь поперечного сечения образца  $см^2$ ,  $м^2$ .

Полученные результаты записывают в табл. 2.

Таблица 2

№ образца	Размеры образца, мм			Масса образца, кг	Средняя плот- ность, кг/м <sup>3</sup>	Площадь об- разца, см <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка, кг, Н	Предел прочности, кг/см <sup>2</sup> , МПа
	длина	ширина	высота					

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА

### 1. Цель и содержание работы

Студент должен научиться определять свойства полистиролбетона и делать заключение о качестве полистиролбетона.

### 2. Теоретические положения

Полистиролбетон (ПСБ) представляет собой современный теплоизоляционный материала.

Полистиролбетон (ПСБ) получают смешиванием цементного вяжущего и вспученных полистирольных гранул.

Прочность ПСБ в проектном возрасте характеризуется классами по прочности при сжатии: В0,5; В0,75; В1; В1,5; В2; В2,5.

По показателям средней плотности установлены следующие марки ПСБ в сухом состоянии Д150; Д200; Д250; Д300; Д350; Д400; Д450; Д500; Д550; Д600.

Для ПСБ применяемого в изделиях и конструкциях, подвергающихся в процессе эксплуатации попеременному замораживанию и оттаиванию назначают следующие марки по морозоустойчивости F25; F35; F50; F75; F100.

Коэффициент теплопроводности полистиролбетона в сухом состоянии для различных марок по плотности находится в пределах 0,055–0,085 Вт/м·°С.

### 3. Порядок проведения работы

#### **Опыт 1.** Определение средней плотности полистиролбетона

Оборудование и материалы: образцы полистиролбетона маркируют и измеряют их размеры штангенциркулем с погрешностью не более 0,1 мм.

Образцы взвешивают.

Плотность ПСБ определяют по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m}{V_{\text{ест}}}, \text{ г/см}^3$$

где  $m$  – масса, г;  $V_{\text{ест}}$  – объем образца в естественном состоянии, см<sup>3</sup>.  
Результаты измерений заносят в табл. 3.

Таблица 3

№ образца	Размеры, мм			Масса образца, г	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>
	длина	ширина	высота		

#### **Опыт 2.** Определение предела прочности ПСБ при сжатии

Оборудование и материалы: пресс гидравлический, штангенциркуль, образцы ПСБ.

Порядок проведения опыта. Образцы ПСБ осматривают и измеряют с помощью штангенциркуля, результаты измерений заносят в таблицу.



Образец устанавливают в центре плиты гидравлического пресса, подводят верхнюю плиту пресса до касания с образцом. Включают пресс и отмечают показания пресса в момент разрушения образца. Значение разрушающей нагрузки заносится в таблицу.

Предел прочности полистиролбетона определяют по формуле

$$\rho_{сж} = \frac{P_{разр}}{S}, \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}; \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}; \text{Па}; \text{МПа}$$

где  $P_{разр}$  – разрушающая нагрузка, кг, Н;  $S$  – площадь поверхности образца на которую подается нагрузка при испытании,  $\text{см}^2$ ,  $\text{м}^2$ .

Полученные результаты заносят в табл. 4.

Таблица 4

№ образца	Размеры, мм		Площадь образца, $\text{см}^2$	Разрушающая нагрузка, кг	Предел прочности, $\text{кг/см}^2$
	длина	ширина			

### ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ СИБИТА

#### 1. Цель и содержание работы

Студент должен научиться определять свойства *сибита* и уметь сделать заключение о качестве *сибита*.

#### 2. Теоретические положения

*Сибит* представляет собой конструкционно-теплоизоляционный газобетон автоклавного твердения.

*Сибит* получают смешиванием тонкомолотого песка, цемента, извести, воды, алюминиевой пудры, ангидрита с последующей обработкой в автоклаве. При обработке в автоклаве в результате гидратации вяжущего образуются низкоосновные гидросиликаты кальция подобные тобермориту.

*Сибит* выпускается следующих классов по прочности на сжатие

(марка по прочности) В1,0 (М15); В2,5 (М35); В3,5 (М50).

По средней плотности *сибит* выпускают следующих марок Д400; Д450; Д500; Д600; Д700; Д800.

Коэффициент теплопроводности *сибита* колеблется в пределах 0,096–0,19 Вт/м·°С.

По морозостойкости *сибит* выпускается следующих марок F50; F100.

### 3. Порядок проведения работы

#### **Опыт 1.** Определение влажности *сибита*.

Оборудование и материалы: весы технические, шкаф сушильный, эксикатор, образцы *сибита*.

Порядок проведения опыта. Образцы материала взвешивают и устанавливают в сушильный шкаф на 1 час. По истечении времени образец вынимают из шкафа и помещают в эксикатор для охлаждения. После остывания образца его снова взвешивают. Результаты взвешивания заносят в таблицу.

Влажность образцов *сибита* определяют по формуле

$$W = \frac{m_{\text{в}} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} \cdot 100\%,$$

где  $m_{\text{в}}$  – масса образца влажного, г;  $m_{\text{с}}$  – масса сухого образца после высушивания, г.

Результаты испытаний заносят в табл. 5.

Таблица 5

№ образца	Масса образца, г		Влажность, %
	влажного	сухого	

#### **Опыт 2.** Определение средней плотности *сибита*.

Оборудование и материалы: весы технические, штангенцир-

куль, образцы *сибита*.

Порядок проведения опыта. Образцы материала маркируют, измеряют штангенциркулем и взвешивают. Результаты измерений записывают в таблицу.

Среднюю плотность *сибита* определяют по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m}{V_{\text{ест}}}, \text{г/см}^3.$$

где  $m$  – масса образца, г;  $V_{\text{ест}}$  – объем образца,  $\text{см}^3$ .

Результаты испытаний заносят в табл. 6.

Таблица 6

№ образца	Размеры, мм			Масса образца, г	Средняя плотность, $\text{г/см}^3$
	длина	ширина	высота		

### **Опыт 3.** Определение предела прочности при сжатии *сибита*.

Оборудование и материалы: образцы *сибита*, штангенциркуль, пресс гидравлический.

Порядок проведения опыта. Образцы маркируют и определяют размеры штангенциркулем. Образец устанавливают на нижнюю плиту пресса, подводят к нему верхнюю плиту пресса, включают пресс и определяют разрушающую нагрузку на образец.

Предел прочности при сжатии *сибита* определяют по формуле

$$\rho_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{разр}}}{S}, \frac{\text{кг}}{\text{см}^2},$$

где  $P_{\text{разр}}$  – разрушающая нагрузка, кг;  $S$  – площадь поперечного сечения образца на которую подается разрушающая нагрузка при испытании,  $\text{см}^2$ .

Полученные результаты заносят в табл. 7.

Таблица 7

№ образца	Размеры, мм		Разрушающая нагрузка, кг	Предел прочности при сжатии, кг/см <sup>2</sup>
	длина	ширина		

Соотношение между классом и пределом прочности при сжатии определяют по формуле

$$B = 0,778 \cdot \overline{R_{cp}},$$

где  $B$  – класс бетона, МПа;  $\overline{R_{cp}}$  – средняя кубиковая прочность образцов при сжатии, МПа

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ №4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА

#### 1. Цель и содержание работы

Студент должен научиться определять свойства шлакощелочного бетона и уметь сделать заключение о свойствах шлакощелочного бетона и о возможности его применения в различных условиях эксплуатации.

#### 2. Теоретические положения

Шлакощелочной бетон представляет собой бесцементный высокопрочный конгломерат.

В качестве вяжущего вещества используют тонкомолотый доменный гранулированный шлак ( $S_{уд} \approx 3500 \text{ см}^2/\text{г}$ ) который затворяют раствором щелочи, например, NaOH с плотностью  $1,1\text{--}1,2 \text{ г/см}^3$ .

В качестве песка, щебня или гравия используют обычные заполнители, удовлетворяющие требованиям ГОСТ, предъявляемым для цементного бетона. Однако заполнители при изготовлении шлакощелочных бетонов могут содержать в своем составе повышенное количество глинистых примесей, потому, что высокая щелочность среды

активизирует глинистые минералы и в результате образуются дополнительные гидратные соединения, улучшающие эксплуатационные свойства шлакощелочных бетонов.

Шлакощелочные бетоны имеют высокую прочность В40–В60 и более высокую водостойкость, морозостойкость их доходит до F1000. Кроме того шлакощелочные бетоны имеют высокую коррозионную стойкость, особенно в сульфатных водах, что позволяет использовать их в конструкциях, подвергающихся воздействию агрессивных минерализованных вод.

Стоимость шлакощелочных бетонов на 25–30 % ниже, чем цементных бетонов, т. к. используются в качестве вяжущего не дорогостоящие клинкерные цементы, а доменные гранулированные шлаки, которые являются отходами металлургических предприятий.

Шлакощелочные бетоны позволяют также улучшать экологическую обстановку в регионе за счет повторного использования отходов металлургических предприятий.

### 3. Порядок проведения работы

**Опыт 1.** Определение водопоглощения шлакощелочного бетона.

*Оборудование и материалы:* весы технические, эксикатор, образцы шлакощелочного бетона.

Образцы шлакощелочного бетона маркируют и взвешивают в сухом состоянии, образцы погружают в емкость с водой и выдерживают в воде 2 часа, затем образцы обтирают влажной тряпкой и взвешивают. Результаты заносят в таблицу.

Влажность шлакощелочного бетона определяют по формуле

$$W = \frac{m_{\text{в}} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} \cdot 100\%,$$

где  $m_{\text{в}}$  – масса влажного образца, г;  $m_{\text{с}}$  – масса сухого образца до водонасыщения, г.

Результаты испытаний заносят в табл. 8.

Таблица 8

№ образца	Масса образца, г		Влажность, %
	влажного	сухого	

**Опыт 2.** Определение прочности при сжатии шлакощелочного бетона.

Оборудование и материалы: весы технические, пресс гидравлический, образцы шлакощелочного бетона, штангенциркуль.

Образцы шлакощелочного бетона маркируют и определяют размеры штангенциркулем. Полученные результаты записывают в таблицу. Образец устанавливают на нижнюю плиту прессы, верхнюю плиту подводят к образцу вручную и включают пресс.

Определяют по шкале прессы разрушающую нагрузку на образец ( $P_{\text{разр}}$ , кг, т, Н).

Предел прочности при сжатии определяют по формуле

$$\rho_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{разр}}}{S}, \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}, \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}, \text{Па, МПа},$$

где  $P_{\text{разр}}$  – разрушающая нагрузка, кг, Н;  $S$  – площадь поперечного сечения образца,  $\text{см}^2$ ,  $\text{м}^2$ .

Полученные результаты заносят в табл. 9.

Таблица 9

№ образца	Размеры, мм		Площадь образца, $\text{см}^2$ , $\text{м}^2$	Разрушающая нагрузка, кг, Н	Предел прочности, $\text{кг/см}^2$ , $\text{Н/м}^2$ , Па, МПа
	длина	ширина			

Класс шлакощелочного бетона определяют по формуле

$$B = 0,778 \cdot \overline{R_{\text{ср}}},$$

где  $B$  – класс бетона, МПа;  $\overline{R_{\text{ср}}}$  – средний предел прочности при сжатии, средняя кубиковая прочность образцов шлакощелочного бетона, МПа.

После проведения лабораторного занятия студент выполняет отчет по следующей схеме:

1. Указывается название лабораторного занятия.
2. Формулируется цель работы.
3. Указывается название опыта.
4. Описываются используемое оборудование и материалы, и кратко описывается ход определения свойства материала.
5. Приводятся формулы, по которым определяется свойство.
6. Делается вывод по опыту.
7. После выполнения всех опытов делается вывод о соответствии свойств материала требованиям ГОСТ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература

1. Техническая эксплуатация жилых зданий : учебник для студентов вузов, обучающихся по строит.специальностям / С. Н. Нотенко [и др.] ; под ред. В. И. Римшина, А. М. Стражникова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Студент, 2012. – 640 с. – ISBN 9785436300221. – Текст : непосредственный.
2. Обследование и испытание зданий и сооружений : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Пром. и гражд. стр-во» направления подготовки «Строительство» / В. Г. Казачек, С. Н. Нотенко, В. И. Римшин [и др.]; под ред. В. И. Римшина. – Москва : Студент, 2012. – 669 с.

### Дополнительная литература

3. Санталова, Т. Н. Производство ремонтно-строительных работ : учебное пособие для курсового и дипломного проектирования для студентов очной и заочной формы обучения специальностей 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью» и 270102 «Промышленное и гражданское строительство» / Т. Н. Санталова, Н. Ю. Рудковская, Н. В. Гилязидинова ; ГОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т», Каф. строит. пр-ва и экспертизы недвижимости. – Кемерово, 2010. – 338 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). –

URL:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90452&type=utchposob:common> (дата обращения: 28.11.2019). – Текст : электронный.

4. Материаловедение в строительстве : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» направления 270100 «Строительство» / И. А. Рыбьев, Е. П. Казеннова, Л. Г. Кузнецова, Т. Е. Тихомирова ; под ред. И. А. Рыбьева. – Москва : Академия, 2006. – 528 с.

5. Травин, В. И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий : учебное пособие для архитектурных и строительных специальностей вузов / В. И. Травин. – 2-е изд. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2004. – 256 с.

6. Технология строительного производства в примерах и задачах : учебное пособие для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» / Н. В. Гилязидинова, А. В. Угляница, Т. Н. Санталова, Н. Ю. Рудковская ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. строит. пр-ва и экспертизы недвижимости. – Кемерово, 2012. – 170 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90738&type=utchposob:common> (дата обращения: 28.11.2019). – Текст : электронный.

7. Гилязидинова, Н. В. Технологические процессы в строительстве (примеры и задачи) : учебное пособие для студентов направления подготовки бакалавров 08.03.01 (270800.62) «Строительство» / Н. В. Гилязидинова, Н. Ю. Рудковская, Т. Н. Санталова ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. строит. пр-ва и экспертизы недвижимости. – Кемерово, 2015. – 339 с.