

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Строительное производство»

М. Г. ОСМОЛОВСКАЯ, М.Н. ДОЛГАЧЕВА

# **Технология стеновых, отделочных и изоляционных материалов**

Лабораторный практикум для студентов специальности

«Производство строительных изделий и конструкций»

Гомель 2010

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Строительное производство»

М. Г. ОСМОЛОВСКАЯ, М.Н. ДОЛГАЧЕВА

# Технология стеновых, отделочных и изоляционных материалов

Лабораторный практикум для студентов специальности

«Производство строительных изделий и конструкций»

Гомель 2010

УДК 624.01/.04

ББК 38.5

О-28

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

**Осмоловская, М. Г., Долгочева М.Н.**

О-28 Основы стеновых, отделочных и изоляционных материалов : лаб. практи. /  
М. Г. Осмоловская ; М-во образования Республики Беларусь, Белорусский  
государственный университет транспорта. – Гомель : БелГУТ, 2010.– 36 с.

ISBN 978-985-468

Представлены теоретические основы и методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по курсу «Основы стеновых, отделочных и изоляционных материалов».

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

**УДК 624.01/.04**

**ББК 38.5**

**ISBN 978-985-468**

© Осмоловская М. Г., 2010

© Оформление. УО «БелГУТ», 2010

## **ВВЕДЕНИЕ**

Лабораторный практикум по курсу «Основы технологий стеновых, отделочных и изоляционных материалов» предназначен для студентов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций».

Основной целью лабораторного практикума является более углубленное изучение курса керамики применительно к данной специальности и приобретение ими навыков проведения исследовательских работ с глиной и керамическими изделиями.

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

Лабораторная работа №1  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ  
ИЗДЕЛИЙ ПО ПЛАСТИЧНОСТИ**

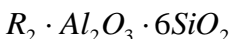
**Цель работы.** Испытание глинистого сырья по пластичности для производства керамических изделий.

**Задание:** 1. Определение влажности границы текучести. 2. Определение влажности границы раскатывания. 3. Определение числа пластичности глин. 4. Дать заключение о пластичности испытанной глины.

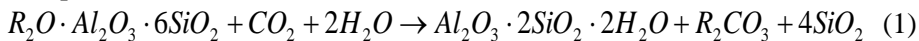
**КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ**

Глина представляет собой продукт разложения и выветривания полевого шпата и некоторых других пород.

Формула полевого шпата



с углекислым газом и водой и образуется основной глинистый материал



Глинистый минерал – это рыхлая смесь мельчайших частиц размером менее 0,005мм, водных алюмосиликатов различного состава:

1) каолинит –  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ; 2) монтморрилонит –  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$ ; 3) галлуазит –  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$  4) гидрослюда.

Чистые глины, состоящие из каолинита, называются каолиновыми. После обжига они сохраняют белый цвет. Из этого вида глины изготавливают фарфоровые и фаянсовые изделия.

Глины классифицируют по составу на жирные и тощие.

Глины, в которых наибольшее количество глинистых минералов, более способны удерживать воду, больше набухают, медленнее сохнут и дают большую усадку называются жирными.

Глины, содержащие много песчаных частиц, характеризующиеся небольшой усадкой и набуханием, легко сушатся, но пластичность у них пониженная, называются тощими.

Основным свойством глин является пластичность.

Определение пластичности глин ведётся через определение числа пластичности.

Под пластичностью глин принято понимать их способность принимать форму без образования трещин, разрывов и сохранять её после прекращения действия внешней силы. Пластические свойства глины изменяются в зависимости от содержания в ней воды. Для смеси глины с водой наблюдаются характерные состояния:

1.Верхний предел текучести – когда глиняное тесто течёт непрерывной струёй.

2.Нижний предел текучести, при котором слой глины толщиной 1-1,5см, помещён на дно фарфоровой чашки и разделён шпателем на две части, при сильных толчках только на третьем сольётся.

3. Нормальная рабочая консистенция или предел липкости (прилипания) соответствует максимальной влажности, при которой глина не прилипает к рукам.

4. Состояние, при котором затворённая водой глина не раскатывается в нити – определение границы раскатывания.

5. Состояние, при котором глина теряет вязкость и рассыпается при сдавливании.

Число пластичности представляет собой разность между содержанием воды в глине при нажнем пределе текучести и при границе раскатывания. Обе величины должны быть отнесены к массе вещества сухой глины и выражены в процентах.

Чем пластичнее глина, тем больше число пластичности.

Классификация глин по пластичности:

1. Глина 1 класса – число пластичности более 15;
2. Глина 2 класса – число пластичности от 7 до 15;
3. Глина 3 класса – число пластичности от 1 до 7.

#### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

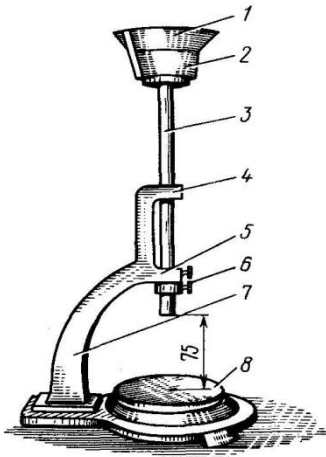
**Задание 1.** Определение влажности границы текучести.

#### **ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЯ**

прибор Васильева, глина, сушильный шкаф, шпатель, фарфоровая ступка, бюкс, пестик, вода, лабораторные весы, мерный цилиндр 100 мл.

#### **ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ.**

Определение числа пластичности глин проводят с помощью прибора А.М. Васильева, состоящего из станины 7 с двумя кронштейнами 4 и 5, цилиндрического стержня 3, свободно перемещающегося в центрированных отверстиях в кронштейнах и заканчивающегося в верхней части диском 2, и съемной чаши конической формы 1, прикрепленной к диску 2.



Р и с. 1. Прибор Васильева для определения пластичности: 1 – чашка для массы; 2 – диск; 3 – цилиндрический стержень; 4, 5 – кронштейны; 6 – винт; 7 – станина; 8 – опорная плита

Для испытания берут 100 г глины, высушивают в бюксе, отделяют 50г и растирают в фарфоровой ступке пестиком на кусочки величиной не более 0,5мм, приливают воду и перемешивают шпателем до рабочей консистенции.

Эту глину равномерно с помощью шпателя распределяют по дну чашки толщиной 10-15мм.

При помощи шпателя массу в чашке разделяют на 2 части (просвет вверху чашки должен быть 2,5-3мм, у дна чашки – 1мм). Чашу устанавливают на деревянный диск и закрепляют резинкой.

Стержень с прикрепленной чашкой поднимают на 75мм от плиты станины и закрепляют винт. Затем быстро отпускают винт, дав стержню свободно опуститься вниз до удара о плиту. В результате встряхивания просвет между частями уменьшается. Массу встряхиваем три раза. После каждого наблюдают величину просвета. Испытание считается законченным после третьего удара. Если после третьего удара обе части глины у дна не соединяются, то это значит, что масса слишком густая. Постепенно доливают воду и снова повторяют опыт. Воду доливают порциями не более 1 см<sup>2</sup>.

Соединение частей после первого и второго удара свидетельствует о том, что глина слишком жидкая. К массе постепенно добавляют измельченную глину порциями не более 1г. Получив массу требуемой консистенции методом, описанным выше, отбирают пробу 10-15г и высушивают при температуре.

Влажность рассчитывают по отношению к массе сухой глины и выражают в процентах.

$$W_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100\% , \quad (2)$$

где  $W_1$  - влажность границы текучести;

$m_1$  - масса влажной глины;

$m_2$  - масса сухой глины.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.

**Задание 2.** Определение влажности границы раскатывания

#### ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЯ

Стекло 30x30см, глина, бюксы, сушильный шкаф, лабораторные весы.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для определения границы раскатывания берут пробу оставшейся глины массой 40г, переносят её на стекло и раскатывают в жгут Ø3мм до тех пор, пока жгут не начнёт рассыпаться. Образовавшиеся комочки собирают в бюкс, высушивают до постоянной массы и определяют влажность границы раскатывания  $W_2$ .

$$W_2 = \frac{m'_1 - m'_2}{m_2} \cdot 100\% , \quad (3)$$

где  $W_2$  - влажность границы раскатывания;

$m'_1$  - масса отделившихся комков от жгута;

$m'_2$  - масса высушенных до постоянной массы отделившихся комков глины.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.

*Таблица 1 – Результаты испытаний*

Масса для испытания, г	$m_1, \text{г}$	$m_2, \text{г}$	$W_1, \%$	$m'_1, \text{г}$	$m'_2, \text{г}$	$W_2, \%$	П




**Задание 3.** Определение числа пластичности глин.

**ПОРЯДОК РАСЧЁТА.**

Число пластичности глины определяют по формуле

$$P = W_1 - W_2 \quad (4)$$

где  $W_1$  - влажность границы текучести;

$W_2$  - влажность границы раскатывания.

Результаты расчётов заносят в таблицу 1.

Дать заключение о пластичности испытанной глины.

**Контрольные вопросы.**

- 1 Что такое глина?
- 2 Какова классификация глин по составу?
- 3 Как определяется пластичность глин?
- 4 Какова классификация глин по пластичности?
- 5 Что представляет собой прибор Васильева?
- 6 Как изменяются пластические свойства глины от содержания в ней воды?

Лабораторная работа № 2  
**ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГЛИН**

**Цель работы.** 1. Определить способность формования глинистого сырья при добавлении различного количества отощителей. 2. Определить пределы изменения механической прочности высушенного образца в зависимости от степени отошения.

**Задание:** 1. Определение способности формования глинистого сырья при добавлении различного количества отощителей. 2.

Определение пределов изменения механической прочности высушенного образца в зависимости от степени отошения.

### **КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ**

Под связующей способностью глин принято понимать их свойство связывать непластичные материалы, давая при этом хорошо формующееся тесто и прочный сырец после сушки. Знание этого свойства необходимо, так как для улучшения сушильных свойств высокопластичных глин и получения определенных физико-химических свойств черепка к глинам добавляют отощающие вещества: шамот, кварцевый песок, и др.

На показатели связующей способности оказывают влияние не только количество добавленного к ней непластичного материала, но и его природа и зерновой состав.

Для отошения глины лучше всего применять кварцевые пески.

Отошение глины ведут в следующих пропорциях Г:П: 100:0; 80:20; 60:40; 40:60; 20:80.

При испытании глины с невысокой связующей способностью последние отношения обычно отпадают.

**Задание 1.** Определение способности формования глинистого сырья при добавлении различного количества отошителей

### **ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ**

Скалка для раскатывания глиномассы, формочка для изготовления образцов, весы с разновесом, сито 0,5, сушильный шкаф.

### **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Измельченную и просеянную глину через сито с отверстиями 0,5 мм смешивают с необходимым количеством высушенного песка, причем, общая масса шихты должна составлять 1 кг. Шихту замачивают водой и затем подсушивают до состояния нормальной рабочей влажности. Полученную массу раскатывают скалкой в листы толщиной 8—10 мм и вырезают их металлической формочкой образцы для испытания.

В процессе раскатывания пласта и изготовления образцов наблюдают за изменением массы и дают визуальную оценку ее формовочных свойств.

Результаты наблюдений можно представить следующими обозначениями:

- +++ хорошо формуется;
- ++ удовлетворительно формуется;
- + плохо формуется;
- не формуется.

Данные наблюдения за формовкой записывают в таблицу 1.

*Таблица 1 – Пластичность составов*

Обозначение формовочных образцов	Соотношение глины и песка				
	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80
1					
2					
3					

**Задание 2.** Определение пределов изменения механической прочности высушенного образца в зависимости от степени отошения.

#### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Сушильный шкаф, машина МИИ-100, гидравлический пресс.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для определения связующей способности глинистых материалов по пределу прочности на изгиб и на сжатие изготавливают образцы размером

40x40x160мм.

Образцы для испытания на изгиб приготавливают пластическим методом. Приготовленные образцы высушивают в сушильном шкафу при 105-110 С до постоянной массы.

Образцы для испытания тщательно просматриваются и при наличии дефектов-трещин, коробления и других бракуют. Образцы, признанные годными (не менее 3-х из каждого состава), подчищают и маркируют.

Подготовленные образцы испытывают на разрывной машине МИИ-100, половинки образцов испытывают на сжатие на гидравлическом прессе. Полученные результаты заносят в таблицу 2, строят график изменения прочности глин в зависимости от процента добавок.

*Таблица 2 – Прочность глинистых образцов*

№	Обозначение материалов	% добавки	Предел прочности, МПа
---	------------------------	-----------	-----------------------

п/п			при изгибе	при сжатии
1				
2				
3				
4				

Дать заключение об исследуемой глине по связующей способности.

### **Контрольные вопросы.**

- 1 Как определяется связующая способность глины?
- 2 Какие вещества являются отощителями для глины?
- 3 Как изменяется прочность глина в зависимости от связующей способности?

## **Лабораторная работа №3 ПОДБОР ЭЛЕКТРОЛИТОВ ДЛЯ РАЗЖИЖЕНИЯ ГЛИН ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК**

**Цель работы.** Освоить экспериментальный метод подбора электролита, при котором достигается оптимальное разжижение шликера.

**Задания:** 1. Определение остаточной влаги в глине и подбор оптимального количества электролита. 2. Определение влажности и текучести шликеров.

**Нормативные ссылки:** 1. СТБ 1354-2002. Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. Технические условия. 2. СТБ ЕН ИСО10545-2-2006. Керамические плитки и плиты. Определение размеров и качества поверхности. 3. СТБ ЕН ИСО10545-4-2006. Керамические плитки и плиты. Определение предела прочности при изгибе и разрушающей нагрузки. 4. СТБ ЕН ИСО10545-8-2006. Керамические плитки и плиты. Определение температурного коэффициента линейного расширения. 5. СТБ ЕН ИСО10545-10-2006. Керамические плитки и плиты. Определение влажного расширения. 6. СТБ ЕН ИСО10545-11-2006. Керамические плитки и плиты. Определение устойчивости к растрескиванию глазури. Глазурованные плитки и плиты.

### **КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ**

Керамические декоративно-отделочные материалы являются в настоящее время одним из основных видов отделочных материалов в жилищном и промышленном строительстве.

При производстве отделочной керамики в качестве пластичного сырья применяют глины и каолины. Природным глинистым сырьём служат горные породы, состоящие из глинистых минералов (каолинита, гидрослюда, монтмориллонита) и их смесей. В качестве плавней используют полевые шпаты, нефелиновый сиенит, волластанит, в том числе синтезированный, порфирированный туф и другие материалы, имеющие в своём составе 8...16% оксидов натрия и калия. Отощителями в составе смесей служат обожжённый каолин, кварцевый песок, бой плиток.

Некоторые виды керамических плиток формируют литьём из глинистых суспензий, называемых в технологии керамики шликерами. Литейные шликеры должны обладать достаточной текучестью при минимально возможной влажности.

Для уменьшения количества воды в шликере без увеличения его вязкости применяют добавки электролитов (растворы соды  $Na_2CO_2$ , жидкого стекла  $Na_2SiO_3$  и др.), для каждого из которых текучесть системы будет максимальной, а вязкость соответственно минимальной.

### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Шкаф сушильный, фарфоровые чашки, набор цилиндрических кружек ёмкостью 0,5...1л, пикнометр, вискозиметер Энглера, мерная колба, глина, жидкое стекло  $Na_2SiO_3$  и раствор соды  $Na_2CO_2$ , лабораторные весы.

**Задание 1.** Определение остаточной влаги в глине и подбор оптимального количества электролита.

Глину, предварительно высушенную и измельчённую, пропускают через сито с размером отверстия 2 мм (лучше 1 мм). Затем определяют её остаточную влажность по формуле:

$$W_{\text{ост}} = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{вл}}} \cdot 100\% , \quad (1)$$

где  $m_{\text{вл}}$  – масса влажной глины, г;

$m_{\text{сух}}$  – масса сухой глины, г;

Если  $W_{ост} > 1 \%$ , она учитывается в дальнейших расчетах. Если  $W_{ост} < 1 \%$ , то её не учитывают.

Подбор оптимального количества электролита проводят в две стадии:

- предварительное опробование разжижения глин введением электролитов.

- окончательное определение оптимального количества и вида электролита.

Предварительное опробование способности глин разжижаться при введении электролитов проводят следующим образом.

В набор цилиндриков или кружек ёмкостью 0,5...1л всыпают по 400 г подготовленной испытуемой глины. В одну из ёмкостей наливают дистиллированную воду, в остальные – раствор электролита в дистиллированной воде с концентрациями, соответствующими содержанию электролитов 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5%.

Тогда В:Э = 99,9:0,1; 99,8:0,2; 99,7:0,3; 99,6:0,4; 99,5:0,5.

**Задание 2.** Определение влажности и текучести шликеров.

Тщательно перемешиваем содержимое, с начала определяем влажность с помощью пикнометра, текучесть с помощью вискозиметра Энглера. Пикнометр представляет собой металлический усеченный конус объемом 100 см<sup>3</sup>. Шликер заливаем в пикнометр так, чтобы уровень шликера совпадал с верхним краем стенок пикнометра. Пикнометр со шликером взвешиваем. По полученной массе и массе пикнометра определяем массу шликера и влажность. Определяем текучесть шликера на вискозиметре Энглера, который состоит из двух мерных сосудов, вставляемых один в другой и соединенных на середине жесткой трубкой. Шликер вытекает через полученное отверстие диаметром 5–7 мм центральной трубки сосуда. На стенках внутреннего сосуда укреплены 3 указателя уровня, до которых надо наливать исследуемый шликер. Внутренний сосуд прикрывается крышкой, в которой имеется 2 отверстия: центральное для стержня, боковое для термометра. Наружный сосуд служит термостатом и используется при необходимости подогрева исследуемого шликера до заданной температуры. Температура шликера влияет на вязкость, поэтому испытания надо проводить при одинаковых температурных условиях. Испытания проводят следующим образом: внутренний сосуд вискозиметра промывают, на дно прибора ставят медную колбу

объемом 100 см<sup>3</sup>. Исследуемый шликер сначала процеживают через сито 0,5 , затем вливают в вискозиметр (средний сосуд) до уровня указателя высоты. В течение 10 мин перемешивают, дают одну минуту покоя, после этого открывают выпускное отверстие и одновременно включают секундомер. После заполнения мерной колбы вытекаемым шликером до черты 100 см<sup>3</sup> выпускное отверстие закрывается. Время истечения 100 см<sup>3</sup> шликера отсчитывается по секундомеру – оно характеризует текучесть шликера. При определении текучести с одним шликером проводят 3 опыта и вычисляют среднее значение определив оптимальные пределы. Устанавливают необходимое количество электролита для применения в производстве шликера необходимой текучести и влажности.

**Таблица 1 – Результаты экспериментов**

Испытуемая глина, г	Влажность пробы, %	Кол-во Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> , %	Кол-во Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> , г	Кол-во введ. воды, мл	Время истечения 100 см <sup>3</sup> шликера, с				При мечание
					1	2	3	C <sub>p</sub>	

Сделать вывод о влажности и текучести шликера.

### **Контрольные вопросы.**

- 1 Что является электролитом для глины?
- 2 Для чего определяем остаточную влажность?
- 3 Как определить текучесть шликера?
- 4 Как определить оптимальное количество электролита?

## **Лабораторная работа № 4 ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА**

**Цель работы.** 1. Ознакомиться с образцами кирпича разных видов имеющейся в лаборатории коллекции. 2. Освоить методики стандартных испытаний кирпича на лабораторном оборудовании для определения физико-механических свойств. 3. Освоить навыки определения основных показателей качества кирпича в соответствии с требованиями нормативной документации (СТБ, ГОСТ). 4. Определить особенности применения различных видов кирпича с учетом их свойств.

**Задания:** 1. Оценка качества стеновых материалов по показателям внешнего вида и предельным отклонениям от геометрических размеров. 2. Определение водопоглощения по массе и объёму при атмосферном давлении. 3. Определение средней плотности кирпича. 4. Определение плотности (истинной плотности) и пористости кирпича. 5. Оценка теплопроводности кирпича и расчет требуемой толщины стены. 6. Оценка морозостойкости кирпича.

**Нормативные ссылки:** 1. СТБ 1160-99. Кирпич и камни керамические. Технические условия. 2. ГОСТ 7025-91. Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости.

#### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ.

*Керамическими* называют искусственные каменные материалы, получаемые из минерального сырья с отощающими добавками или без них путем его формования, сушки и обжига при высоких температурах.

Основные свойства керамических материалов, такие как средняя плотность, прочность, теплопроводность, зависят от степени обжига и их структуры. При обжиге до температуры 950... 1000 °С получают изделия с пористостью 8-38 % (стеновые, кровельные, облицовочные, теплоизоляционные материалы). Высокие температуры обжига дают возможность получать изделия большей плотности, а значит, более прочные, водонепроницаемые (плитки для полов, дорожный кирпич, канализационные трубы и др.).

К керамическим материалам, нашедшим широкое применение, относятся:

кирпич обыкновенный (полнотелый) и эффективный (пустотелый);  
пустотелые керамические камни.

Основное назначение кирпича - кладка стен, поэтому к нему предъявляются требования:



- 1) по прочности на изгиб;
- 2) по прочности на сжатие;
- 3) по теплопроводности;
- 4) по морозостойкости (для кладки наружных стен).

*Сырьем* для производства керамического кирпича служат, главным образом, глинистые породы; кроме того, могут быть использованы кремнеземистые породы (трепел, диатомит) и некоторые промышленные отходы (например, золы тепловых электростанций).

Для получения кирпича используют следующие способы:

- 1) пластического формования (методом экструзии);
- 2) полусухого прессования (способом компрессии).

*По первому способу* сырье раздробляют, увлажняют и перемешивают с отощителем до получения пластичной однородной массы с влажностью примерно 20...25%. Из такой массы на шнековых ленточных прессах формуют ленту (брус), разрезаемую на выходе из пресса на отдельные кирпичи, которые затем высушивают и обжигают при температуре 1000 °С (режим сушки и обжига устанавливают на основе исследования каждого вида сырья).

*По второму способу* кирпич прессуют под давлением до 15 МПа из порошка малой влажности (8... 12 %), получаемого помолом сырья или сушкой суспензий в распылительных аппаратах, затем обжигают (сушка в данном случае необязательна).

Кирпичи отличаются по внешнему виду: кирпич пластического формования имеет шероховатую поверхность, видны следы формования и резки; кирпич полусухого прессования имеет плотную, гладкую поверхность, более ровные грани и ребра, коническую форму пустот.

Полусухой способ производства керамического кирпича имеет преимущества перед пластическим: требует меньших затрат теплоты на сушку изделий; позволяет использовать малопластичные глины; уменьшается потребность в производственных площадях и рабочей силе. Однако у кирпича, получаемого полусухим способом, морозостойкость ниже, чем у кирпича, полученного пластическим формованием.

Размеры одинарного (обыкновенного) кирпича: 250×120×65 мм. Выпускают также кирпич

и массой стен, выполненных из обыкновенного (сплошного) кирпича, можно назвать утолщенный (толщиной 88 мм), керамические камни 250×120×138 мм и т. д. (СТБ 1160) (рис. 4.1).

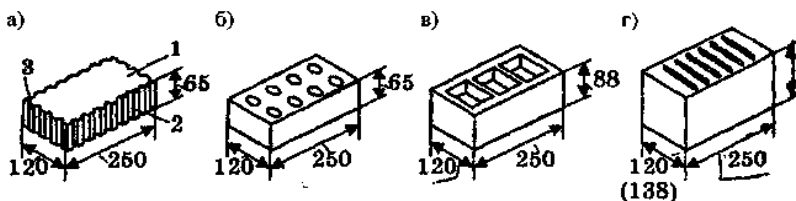


Рис. 4.1. Кирпичи обыкновенный, пустотелый и камень керамический:  
 а – кирпич пластического формования: 1 – постель (плашок); 2 – ложок; 3 – тычок;  
 б – кирпич полусухого прессования одинарный (пустотелый); в – модульный (утолщенный); г – камень керамический семищелевой (с 7-ю пустотами)

Стеновые материалы измеряются в штуках условного кирпича. Они приводятся в пересчете на условный кирпич размером 250×120×65 мм (объем - 1950 см<sup>3</sup>).

Коэффициент пересчета  $K$  керамических камней в условный кирпич определяется по формуле

$$K = V/1950, \quad (1)$$

где  $V$  - объем камня брутто, см<sup>3</sup>.

Чтобы получить кирпич требуемых размеров, кирпич-сырец формуют несколько крупнее с учетом усадки при сушке и обжиге. В силу неоднородности сырья и технологических режимов усадка не всегда одинакова, поэтому размеры кирпича более или менее отличаются от указанных выше. В связи с этим стандарт предусматривает допускаемые отклонения от установленных размеров.

Средняя плотность керамического пустотелого кирпича заводов РБ - около 1600 кг/ м<sup>3</sup>, пористо-пустотелого заводов РФ и Украины (по технологии  $K_{\text{наиф}}$ ) - 900... 1200 кг/м<sup>3</sup>.

Кирпич, улучшающий теплотехнические свойства (имеющий более низкую теплопроводность) стен (ограждающих конструкций) и позволяющий уменьшить их толщину и массу по сравнению с толщиной *эффективным*. Он характеризуется средней плотностью не более 1400 кг/м<sup>3</sup>. Такой кирпич может быть пористый, пустотелый или пористо-пустотелый.

Применение эффективных изделий дает возможность уменьшить расход материала для изготовления стен, раствора для их кладки и снизить стоимость строительства.

*Пористый* кирпич получают из пористого исходного сырья (трепела, диатомита) либо из глины с выгорающими при обжиге добавками, - например, с древесными опилками.

*Пустотелый* кирпич формируют со сквозными (при пластическом формовании) или несквозными (при полусухом) пустотами. Размеры пустот по теплотехническим соображениям ограничиваются.

Кирпич как стеновой материал должен иметь невысокую теплопроводность, поэтому он должен быть не плотным, а пористым. Водопоглощение характеризует пористую структуру материала, а косвенно - также и его теплопроводность. Чем больше водопоглощение кирпича, тем больше его пористость, а следовательно, тем меньше теплопроводность. Непосредственное определение теплопроводности кирпича затруднительно, поэтому стандарты предусматривают косвенную характеристику структуры кирпича посредством методически более простого испытания на водопоглощение.

*Водопоглощение* - свойство материала поглощать и удерживать воду при непосредственном с ней соприкосновении.

Различают водопоглощение по массе и объему.

*Водопоглощением по массе* называется количество воды, которое может поглотить данный кирпич в стандартных условиях насыщения. Она характеризуется отношением в процентах массы воды, поглощенной в установленный срок полностью погруженным в воду кирпичом при нормальном атмосферном давлении, к массе того же кирпича в сухом состоянии.

*Водопоглощением по объему* называется отношение массы поглощенной кирпичом воды к объему кирпича в естественном состоянии.

Для кирпича керамического полнотелого одинарного (нормального формата), согласно СТБ 1160, величина водопоглощения по массе должна быть не менее 8 %. Меньшее водопоглощение может

иметь только пережженный керамический кирпич, а такой кирпич для кладки стен непригоден, так как характеризуется повышенной теплопроводностью.

**Задание 1.** Оценка качества стеновых материалов по показателям внешнего вида и предельным отклонениям от геометрических размеров.

## ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Линейка измерительная металлическая, угольник поверочный 90°, штангенглубиномер, кирпичи керамические полнотелые и пустотелые.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Изучению подлежит кирпич керамический полнотелый. Технические требования и методы контроля керамического кирпича изложены в СТБ 1160.

Дефекты формы, отклонения от размеров, наличие трещин, отбитостей не только ухудшает эстетический вид изделий, но и снижает эксплуатационные свойства. Для определения размеров изделия замеры производят в 3-х местах:

- 1) длины и ширины – по ребрам и середине плашка (постели);
- 2) толщины – по середине тычка и ложка.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение параллельных определений.

*Глубину отбитости и притупленности углов и ребер* измеряют по перпендикуляру от вершины угла или ребра, образованного угольником, до поврежденной поверхности.

Для определения *отбитости ребер* определяют участок с глубиной отбитости не более 10 мм, а затем измеряют длину отбитости этого участка.

*Протяженность трещин по плашку (постели)* изделия измеряют по перпендикуляру, соединяющему наиболее удаленную точку трещины с точкой, находящейся на ребре грани, через которую проходит трещина.

Для измерения *отклонения от перпендикулярности (неперпендикулярности) граней* на изделии зачищают заусеницы ребер и поочередно прикладывают угольник большей опорной стороной к одной ложковой грани и измеряют наибольший зазор между тычковой гранью и внутренней поверхностью меньшей стороны угольника. При этом длина большей стороны угольника должна быть не меньше длины грани, к которой он прикладывается. Затем угольник прикладывают ко второй ложковой грани и замеряют зазор на второй тычковой грани. После этого угольник большей опорной стороной прикладывают к одной платковой грани и замеряют наибольший зазор между ложковой гранью и внутренней поверхностью меньшей стороны угольника, затем угольник прикладывают ко второй плашковой грани и замеряют зазор на ней.

За результат отклонения от перпендикулярности граней принимают значение наибольшего из измеренных зазоров с погрешностью измерения не более 1 мм, отнесенного к длине измеряемой грани:

$$P = \frac{a}{L} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $a$  - внутренний зазор между меньшей длиной внутренней стороны угольника и гранью, мм;

$L$  - длина грани, к которой прикладывается большая сторона угольника.

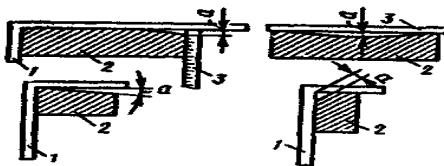


Рис. 4.2. Измерение искривлений поверхности и ребер:  
1 – угольник; 2 – кирпич; 3 – металлическая линейка

Отклонения от прямолинейности ребра изделия проверяют путем приложения средней грани поверочной линейки ко всей длине ребра изделия и измерения зазора между ними.

За результат отклонения от прямолинейности ребра принимают значение наибольшего из измеренных зазоров с погрешностью измерения не более 1 мм.

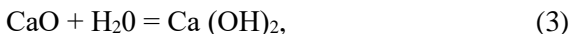
Кроме показателей внешнего вида и габаритных размеров образцы кирпича подлежат испытанию на следующие требования стандартов: для кирпича керамического - наличие недожога, пережога, «дугтика».

**Кирпич-недожог** (т. е. обожженный при недостаточно высокой температуре) имеет малую прочность, недостаточную водостойкость и морозостойкость.

**Кирпич-пережог** (обожженный при слишком высокой температуре) - это спекшийся материал повышенной плотности, малой пористости и большой теплопроводности.

Наличие в кирпиче как недожога, так и пережога не допускается. Определить их легко по цвету при сравнении с цветом эталона - нормально обожженного кирпича из данного сырья - или по звучанию при простукиванию. При недожоге цвет кирпича - алый, при ударе молотком он издает глухой звук. Пережженный кирпич, как правило, - бурого цвета, искривлен, имеет участки оплавления и вспучивания.

«Дутик» в керамическом кирпиче образуется при наличии в исходном глинистом сырье включений известняка (CaCO<sub>3</sub>) в виде зерен. При недостаточно тщательной переработке сырья (без помола) зерна известняка попадают в кирпич, при обжиге превращаются в известь-кипелку (CaO), которая при увлажнении кирпича гасится с увеличением объема:



что может вызвать разрушение кирпича. Поэтому СТБ 1160 предусматривает определение наличия известковых включений (дутиков) путем пропаривания кирпича над кипящей водой в сосуде с крышкой в течение одного часа.

Результаты испытаний заносим в таблицу 1.

**Таблица 1 – Результаты испытаний**

Показатели внешнего вида	Кирпич керамический			
	Требования СТБ 1160	Результаты осмотра образцов		
		1	2	3
Номинальные размеры: длина, мм ширина, мм толщина, мм	±5			
Трещины протяжённостью: по плашку (постели)-до ...мм (на всю толщину) на ложковых гранях, шт. на тычковых гранях, шт.				

**Задание 2.** Определение водопоглощения по массе и объёму при атмосферном давлении.

#### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Сосуд с решеткой, электрошкаф сушильный с автоматической регулировкой температуры в пределах 100-110 °С, технические весы, ванна для воды с решеткой, кирпич керамический (3 шт.).

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Водопоглощение определяют по методике ГОСТ 7025. Образцы кирпича выдерживают в воде температурой плюс 15-20 °С в течение 48 часов. Поэтому для выполнения этой работы в ходе кратковременных лабораторных занятий студентам предоставляются образцы, уже

выдержанные в воде, причем их масса в сухом состоянии записана на образцах несмываемой краской.

Образцы вынимают из сосуда, обтирают влажной тканью и немедленно взвешивают. Массу воды, вытекшей из образца на чашку весов, включают в массу насыщенного водой образца. Водопоглощение вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов.

Водопоглощение ( $B_m$ ) образцов по массе в % вычисляют по формуле:

$$B_m = \frac{m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{нас}}} \cdot 100\% , \quad (4)$$

где  $m_{\text{нас}}$  – масса образца материала в насыщенном водой состоянии, кг;

$m_{\text{сух}}$  – масса образца материала в высушенном состоянии, кг.

Водопоглощение ( $B_v$ ) образцов по объему в % вычисляют по формуле:

$$B_v = \frac{m_{\text{нас}}}{V} \cdot 100\% , \quad (5)$$

где  $m_{\text{нас}}$  – масса образца материала (кирпича) в насыщенном водой состоянии, кг;

$V$  – объем кирпича,  $\text{см}^3$ .

Результаты определений заносят в таблицу 2.

**Таблица 2 – Результаты испытаний**

Определения (показатели)	Кирпич керамический		
	1	2	3
Масса высушенного кирпича $m_{\text{сух}}$ , г			
Масса кирпича, насыщенного водой, $m_{\text{нас}}$ , г			
Водопоглощение образцов по массе $B_m$ , %			
Среднее арифметическое из 3-х частных определений, $B_m$ %			
Объем кирпича, $V$ , $\text{кг}/\text{см}^3$			
Водопоглощение образцов по объёму, $B_v$ , %			
Среднее арифметическое из 3-х частных определений, $B_v$ %			

Сравнивая полученные результаты по водопоглощению с нормативными требованиями, сделать вывод о возможности применения испытанных материалов в качестве стеновых.

**Задание 3.** Определение средней плотности кирпича.

**ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ**

Электрошкаф сушильный с автоматической регулировкой температуры в пределах 100-110 °С, весы технические, линейка измерительная металлическая, объемомер, кирпич керамический (3 шт.).

**ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

Когда кирпич имеет форму прямоугольного параллелепипеда, его среднюю плотность можно определить делением массы кирпича на произведение номинальных размеров, т. е. на объем (Vест).

Согласно ГОСТ 7025-91, объем образцов определяется по их геометрическим размерам, измеренным с погрешностью не более 1 мм. Для определения каждого линейного размера образец измеряют в трех местах - по ребрам и середине грани. За окончательный результат принимают среднее арифметическое трех измерений.

$$\rho_0 = \frac{m_{\text{сух}}}{V}, \tag{6}$$

где  $m_{\text{сух}}$  – масса сухого кирпича, кг;  
 $V$  – объем кирпича, см<sup>3</sup>.

Результаты определений заносят в таблицу 3.

*Таблица 3- Результаты испытаний*

Определения	Кирпич керамический		
	1	2	3
Масса высушенного кирпича $m_{\text{сух}}$ , г			
Объем образца (кирпича) $V$ , см <sup>3</sup>			
Плотность сухого кирпича, $\rho_0$ , г/см <sup>3</sup>			

Сравнить полученные величины средней плотности между собой и сделать прогноз по прочности и теплопроводности для кирпича.

**Задание 4.** Определение плотности (истинной плотности) и пористости кирпича.



## ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Прибор Ле-Шателье, весы технические, шкаф сушильный электрический, порошок от размолотого керамического кирпича.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

*Плотность* вещества материала, или его *истинная плотность* - это отношение массы материала к его объему в абсолютно плотном состоянии, т. е. без пор. Чтобы получить материал без пор, его измельчают в тонкий порошок, пористостью частиц которого можно пренебречь. Для выполнения лабораторной работы студентам предоставляется готовый порошок, приготовленный из керамического кирпича.

Ускоренное определение плотности вещества  $\rho$  производится в приборе Ле-Шателье. Его сущность состоит в вытеснении порошком заданного объема жидкости (например, бензина), причем фиксируют массу израсходованного порошка и делят ее на объем вытесняемой жидкости.

Зная плотность вещества  $\rho$  и среднюю плотность кирпича  $\rho_0$  (из задания 3), рассчитывают пористость кирпича в процентах по формуле

$$P = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \cdot 100\%, \quad (7)$$

*Пористость* - это степень заполнения порами объема материала - относительная величина,

показывающая, какая часть этого объема занята внутренними порами. С величиной пористости

кирпича связаны такие важнейшие свойства, как прочность, водопоглощение, водопроницаемость, теплопроводность, морозостойкость.

Пористость стеновых каменных материалов косвенно контролируется по величине водопоглощения, минимальное значение которой ограничивается соответствующими стандартами (не менее 6-8 % в зависимости от вида стенового керамического материала).

Результаты испытаний заносят в таблицу 4.

Таблица 4 - Результаты испытаний

Определение	Кирпич керамический	
	1	2

Исходная навеска сухого порошка, г		
Масса остатка от навески, г		
Израсходовано порошка, г		
Объем жидкости, вытесненной порошком, см <sup>3</sup>		
Истинная плотность (плотность вещества кирпича) $\rho$ , г/см <sup>3</sup>		
Среднее арифметическое значение истинной плотности $\rho_{\text{ср}}$ , г/м <sup>3</sup>		
Средняя плотность кирпича $\rho_{\text{с}}$ (из задания 3), кг/м <sup>3</sup>		
Пористость кирпича $\Pi$ , %		

**Задание 5.** Оценка теплопроводности кирпича и расчет требуемой толщины стены.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

**Теплопроводность** - один из главных показателей свойств каменных стеновых материалов. Он зависит от целого ряда факторов: общей пористости материала, размера и формы пор, вида твердой фазы и т. д.

Теплопроводность  $\lambda$  характеризует теплозащитные качества материала. Для кирпича теплопроводность можно вычислить, зная величину относительной плотности  $d$  по формуле, предложенной проф. В.П.Некрасовым:

$$\lambda = 1,163 \sqrt{0,0196 + 0,22d^2} - 0,163, \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}, \quad (8)$$

где  $d$  - относительная плотность, выражающая отношение плотности материала к плотности стандартного вещества  $\rho_0$  при определенных физических условиях.

В качестве стандартного вещества удобно принять воду при температуре 4°C (точнее, при 3,98°C), имеющую при этой температуре  $\rho_0 = 1 \text{ г/см}^3$ .

Однако эту зависимость между плотностью и теплопроводностью можно использовать лишь для ориентировочной оценки теплофизических свойств кирпича.

В лаборатории имеются графики зависимости расчетной теплопроводности кирпичной кладки от плотности кирпича в сухом состоянии, построенные отдельно для керамического кирпича на основе лабораторных и натуральных исследований, выполненных в научно-исследовательских институтах.

На основе полученных данных (см. задание 3) по графикам можно определить теплопроводность керамического кирпича. Результаты определения полезно сопоставить с величинами его пористости (из задания 4) и объяснить.

Знание теплопроводности того или иного стенового материала позволяет правильно оценить его качество и рассчитать толщину наружного ограждения из этого материала по заданным условиям.

Требуемая толщина кирпичных стен из условия необходимой теплозащиты рассчитывается по формуле

$$\delta = R \lambda \tag{9}$$

где  $\delta$  - толщина стен, м;

$R$  - требуемое термическое сопротивление стен, (м<sup>2</sup>·К)/Вт (согласно СНБ 2.04.01-97);

$\lambda$  - теплопроводность кирпичной кладки, Вт/(м·К).

Результаты испытаний заносят в таблицу 5.

Таблица 5 - Результаты испытаний

Вид кирпича	Средняя плотность сухого кирпича, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность кладки, Вт/(м·К)	Требуемая толщина стен, м, для обеспечения термического сопротивления, 2,0(м <sup>2</sup> -К)/Вт	Толщина стен с учетом кратности размерам кирпича, м
Керамический полнотелый		0,7		
Эффективный керамический		0,55		

Проанализировать данные таблицы с учетом материальных и трудовых затрат на 1 м<sup>2</sup> стен разной толщины; сравнить с подобными расчетами толщины стен из эффективного кирпича и других материалов.

Сделать заключение, что может дать замена обычного кирпича на эффективный (пустотелый); как сделать стену здания более легкой и тонкой.

### Задание 6. Оценка морозостойкости кирпича.

Способность насыщенного водой материала выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения называется *морозостойкостью*. Морозостойкость материала зависит от его пористости, формы и размера пор и степени насыщения их водой.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

Плотные материалы морозостойки. Непосредственное определение морозостойкости кирпича попеременным замораживанием и оттаиванием в насыщенном водой состоянии - процесс длительный. Для предварительной оценки морозостойкости могут быть использованы данные, уже полученные в ходе этой лабораторной работы.

Разрушение материала при замораживании связано с тем, что вода, замерзая, увеличивает свой объем примерно на 9 % и может разорвать материал, если для замерзающей воды не окажется достаточно свободного объема. Пористый материал морозостоек, когда для расширяющейся воды имеется резервный объем пор, т. е. в том случае, когда водопоглощение по объему значительно меньше пористости.

Водопоглощение по объему соответствует объему пор, заполненных водой. Степень заполнения пор водой характеризует коэффициент насыщения, равный отношению водопоглощения по объему  $V_v$  к пористости материала  $\Pi$ .

$$K_{\text{нас}} = \frac{V_v}{\Pi}, \quad (10)$$

Коэффициент насыщения пор  $K_{\text{нас}}$  показывает в относительных единицах объем пор, занятых водой. Значения величины пористости кирпича получают из задания 4.

Если величина  $K_{\text{нас}}$  не превышает 0,85, можно полагать, что материал будет морозостойким. При  $K_{\text{нас}} > 0,85$  замерзающая вода не имеет так называемых пустых («буферных») ячеек и будет разрушать стенки пор материала.

Результаты испытаний заносят в таблицу 6.

Результаты расчета  $V_m$ ,  $\rho_{0,c}$  по данным из заданий 2, 3 и  $K_{\text{нас}}$  - по данным из задания 4 заносят в таблицу 6.

Таблица 6 - Результаты испытаний

Показатель	Вид кирпича
	керамический
Водопоглощение по массе $V_m$ , %	
Средняя плотность сухого кирпича $\rho_{0,c}$ , кг/м <sup>3</sup>	
Водопоглощение по объему $V_v$ , %	
Коэффициент насыщения пор $K_{\text{нас}}$	

Сделать вывод о морозостойкости испытанного кирпича.

### **Контрольные вопросы.**

- 1 Какие способы используют при производстве керамического кирпича?
- 2 Что является сырьём для производства кирпича?
- 3 Каковы размеры и допуски обычного керамического кирпича?
- 4 Как определяют водопоглощение по массе и по объёму керамического кирпича?
- 5 Как определяется плотность и пористость керамического кирпича?
- 6 Как влияет теплопроводность керамического кирпича на толщину стен из кирпича?
- 7 Как определяется морозостойкость керамического кирпича?

### **Лабораторная работа №5**

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГЛАЗУРОВАННОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ.**

**Цель работы.** Освоение методик определения свойств глазурованной керамической плитки, необходимых для внутренней отделки помещения керамической плиткой.

**Задания:** 1. Определение плотности глазурованной керамической плитки. 2. Определение водопоглощения керамической плитки. 3. Определение косвенной морозостойкости керамической плитки.

**Нормативные ссылки:** 1. СТБ 1354-2002. Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. Технические условия. 2. СТБ ЕН ИСО10545-2-2006. Керамические плитки и плиты. Определение размеров и качества поверхности. 3. СТБ ЕН ИСО10545-4-2006. Керамические плитки и плиты. Определение предела прочности при изгибе и разрушающей нагрузки. 4. СТБ ЕН ИСО10545-8-2006. Керамические плитки и плиты. Определение температурного коэффициента линейного расширения. 5. СТБ ЕН ИСО10545-10-2006. Керамические плитки и плиты. Определение влажного расширения. 6. СТБ ЕН ИСО10545-11-2006. Керамические плитки и плиты.

Определение устойчивости к растрескиванию глазури. Глазурованные плитки и плиты.

### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Самоглазурующая керамическая плитка, как и другие подобные керамические изделия, применяется для внутренней облицовки стен и полов строительных сооружений.

Благодаря меньшему водопоглощению (табл.1), более высокой морозостойкости, лучшему сцеплению с бетоном, упрощению технологии изготовления керамическая плитка является наиболее ценным материалом по сравнению с другими видами лицевой керамики.

*Таблица 1 – Основные свойства самоглазурующей керамической плитки*

Свойства	Значения
Водопоглощение, %, не более	16
Средняя плотность, кг/ м <sup>3</sup> , не более	2300
Морозостойкость, циклы, не менее	35
Прочность при изгибе, МПа	15
Коэффициент насыщения, не более	0,85

Технология керамической плитки предусматривает сухой помол вулканической породы, смешивание со слабощелочным раствором, формование плитки по обычной технологии и сушку при одностороннем нагреве (терморadiационным способом). При таком способе сушки влага вместе со щелочью устремляется к лицевой поверхности плитки. При обжиге её верхние слои спекаются до стекловидного состояния – так самопроизвольно формируется глазурь, а нижние – до пористого керамического черепка с хорошей адгезией к бетону.

Важнейшими требованиями, предъявляемыми к технологии изготовления самоглазурующей керамической плитки, являются требования к сырьевому, гранулометрическому составу шихты, режимам сушки и обжига, которые в основном и определяют технические характеристики керамической плитки и её цвет.

Ровный цвет керамического черепка без пятен и выцветов является немаловажным показателем его свойств. Технология керамической

плитки позволяет получать материал с широкой гаммой оттенков – от светло-розового до темно-коричневого – за счет варьирования сырьевым составом и режимами тепловой обработки и цветов.

**Задание 1. Определить плотность глазурованной керамической плитки.**

#### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

весы лабораторные, ёмкость с водой, штангенциркуль, глазурованная плитка (2шт), электроплита.

Определяют размеры плитки штангенциркулем, взвешивают её и высчитывают объём. Плотность плитки определяют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса плитки, кг;

$V$  - объём плитки, м<sup>3</sup> .

Результаты испытания заносят в таблицу 2.

**Задание 2. Определить водопоглощение керамической плитки.**

#### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Весы лабораторные, ёмкость с водой, штангенциркуль, глазурованная плитка (2шт), электроплита.

Взвешивают плитку в сухом состоянии, затем помещают её в ёмкость с водой на время не менее 4 часов. По истечении времени её достают из ёмкости и взвешивают в водонасыщенном состоянии, убрав с поверхности плитки лишнюю жидкость влажной ветошью.

Водопоглощение определяют по формуле:

$$W_1 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $m_1$  - масса плитки в сухом состоянии, г;

$m_2$  - масса плитки в водонасыщенном состоянии, г.

Результаты испытания заносят в таблицу 2.

**Задание 3. Определить косвенную морозостойкость керамической плитки.**

Определив водопоглощение плитки после нахождения в воде не менее 4 часов, её кипятят не менее 40 минут. Затем плитку, дав ей остыть, взвешивают.

Водопоглощение образца при кипячении определяют по формуле:

$$W_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\% , \quad (3)$$

где  $m_1$  - масса плитки в сухом состоянии, г;

$m_2$  - масса плитки в водонасыщенном состоянии после кипячения, г.

Коэффициент насыщения определяется по формуле:

$$K_H = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \quad (3)$$

где  $W_1$  - водопоглощение керамической плитки до кипячения, %;

$W_2$  - водопоглощение керамической плитки при кипячении, %.

Результаты испытания заносят в таблицу 2.

**Таблица 2 – Результаты испытаний**

Наименование керамической плитки	Свойства двухслойных образцов				Коэффициент насыщения , $K_H$
	Результаты визуального осмотра (цвет, наличие дефектов: отслоение, деформаций и др.)	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение $W_1$ , %	Водопоглощение при кипячении $W_2$ , %	

Сделать вывод о качестве плитки в соответствии с требованиями НД.

### **Контрольные вопросы.**

- 1 Как определяется плотность глазурованной плитки?
- 2 Как определяется водопоглощение глазурованной плитки?
- 3 Как определяется косвенная морозостойкость глазурованной плитки?
- 4 Как определяется коэффициент насыщения?



## ПОДБОР СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕКОРАТИВНЫХ БЕТОНОВ И РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

**Цель работы.** Ознакомиться с методикой подбора состава декоративного бетона и сделать лабораторную проверку образцов.

**Задания:** 1. Проектирование состава декоративного (цветного) бетона. 2. Изготовление образцов из декоративного пескобетона. 3. Определение прочности образцов. 4. Дать заключение о зависимости процентного количества пигмента и прочности пескобетона, а также о равномерности распределения пигмента.

### КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ

Для получения декоративных бетонов и растворов в качестве вяжущего материала применяют обычный, белый и цветной портландцемент, гипс, известь, а также магнезиальные вяжущие вещества (белый цемент гипс).

Заполнителями, применяемыми для декоративных бетонов и растворов, служат кварцевый песок с модулем крупности  $M_k \geq 2,0$ , а также дроблёные горные породы фракций 5-10. Прочность при сжатии таких бетонов должна составлять от 20 до 30 МПа, морозостойкость F до 150 и водопоглощение - не более 8%.

**Задание 1.** Проектирование состава декоративного (цветного) бетона.

### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Белый цемент (портландцемент) и пигмент (охра).

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для подбора состава декоративного бетона принимаем  $B/C=0,4$  и  $C/P=1:2$  и  $1:3$ .

Активность цемента -50МПа.

#### Методика расчёта.

1. Расход цемента: а) Расчет на 1 м<sup>3</sup> пескобетона б) Расчет на 3 л пескобетона

$$\text{а) } C = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_c} + B/C + \frac{1}{n}} = 500 \text{ кг} \quad \text{б) } C = \frac{3}{\frac{1}{\rho_c} + B/C + \frac{1}{n}} = 1,5 \text{ кг}$$

где  $n$  – соотношение между Ц и П;

$$\rho_{ц} = 3100 \text{ г} / \text{см}^3.$$

2. Расход песка П:

а)  $P = Ц / n = 1700$  кг. б)  $P = Ц / n = 5,1$  кг

3. Расход воды:

а)  $V = (В / Ц) \cdot Ц = 200$  кг б)  $V = (В / Ц) \cdot Ц = 0,6$  кг

4. Плотность бетонной смеси:

а)  $\rho_{б.см} = Ц + П + В = 500 + 1700 + 200 = 2400$  кг/м<sup>3</sup>

5. Расход пигмента (охра, красного цвета):

а)  $O = 5\%$  от Ц; б)  $O = 10\%$  от Ц; в)  $O = 15\%$  от Ц.

а)  $O = 75$  гр; б)  $O = 150$  гр; в)  $O = 225$  гр.

**Задание 2.** Изготовление образцов из декоративного пескобетона

#### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Формы  $7,07 \times 7,07 \times 7,07$  см, ёмкость для перемешивания бетонной смеси, кельмы, виброплощадка.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Взвешивают материал на 3 л. Затем приготавливают пескобетон с пигментом а)  $O = 5\%$  от Ц, б)  $O = 10\%$  от Ц, в)  $O = 15\%$  от Ц, заполняют им формы  $7,07 \times 7,07 \times 7,07$  см с уплотнением на виброплощадке.

**Задание 3.** Определение прочности образцов

#### ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

Гидравлический пресс, металлическая линейка.

#### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Определяют геометрические размеры образцов. Затем устанавливают образцы на гидравлический пресс так, чтобы погружение нагрузки происходило на образец параллельно слоям укладки. Определяют нагрузку разрушения.

Для перевода результатов испытаний на образцы размером  $150 \times 150 \times 150$  используется коэффициент  $\alpha = 0,85$ .

Прочность образцов определяют по формуле:

$$R_{14} = \frac{\alpha \cdot P}{F}, \quad (1)$$

где P – нагрузка, кН;

F – площадь образца, см<sup>2</sup>.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1.

*Таблица 1 - Результаты испытаний*

Номер образца	Количество пигмента, % от массы цемента	Площадь, см <sup>2</sup>	Нагрузка, кН	Прочность Рсж, МПа				Средняя прочность, Рсж, МПа	
				1	2	1	2		
				14 сут		28 сут		14 сут	28 сут
1а; 2а; 3а	5								
1б; 2б; 3б	10								
1в; 2в; 3в	15								

Дать заключение о зависимости процентного количества пигмента и прочности пескобетона, а также о равномерности распределения пигмента.

### **Контрольные вопросы.**

- 1 Как рассчитывается декоративный пескобетон?
- 2 Где используются декоративные бетоны?
- 3 Какое оптимальное содержание пигмента необходимо для приготовления пескобетона?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Юхневский, П. И. Архитектурные, бетонные, каменные, монтажные работы. Материаловедение : учеб. пособие / П. И. Юхневский, Г. Т. Широкий. – 2-е изд., Мн.: Выш. шк., 2005. – 364 с.
- 2 СТБ 1182-99. Бетоны. Правила подбора состава. - Взамен ГОСТ 27006-86; введ. 01-07-2000 – Мн.: Изд-во м-во архитектуры и строительства РБ, 2000. – 12 с.
- 3 Основин, В. Н. Строительные материалы и изделия : учеб. пособие / В. Н. Основин, А. В. Шуляков.– 2-е изд. – Мн.: Выш. шк., 2009.– 224 с.
- 4 Байер, В. Е. Строительные материалы: Учебник. – М.: Архитектура – С, 2004. – 240 с.
- 5 СТБ 1160-99. Кирпич и камни керамические. Технические условия. – Взамен ГОСТ 530-95, ГОСТ 7484-78, введ. 01-04-2000. – Мн.: Изд-во Минстройархитектуры, 2000. – 19 с.
- 6 СТБ 1354-2002. Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. Технические условия. – Взамен ГОСТ 6141-91, введ. 01-07-2003. – Мн.: Изд-во Минстройархитектуры, 2003. – 13 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
<i>Лабораторная работа № 1.</i> Исследование глин для производства керамических изделий по пластичности.....	4
<i>Лабораторная работа № 2.</i> Исследование связующей способности глин.....	8
<i>Лабораторная работа № 3.</i> Подбор электролитов для разжижения глин при производстве керамических плиток.....	11
<i>Лабораторная работа № 4.</i> Исследование свойств керамического кирпича.....	14
<i>Лабораторная работа № 5.</i> Исследование свойств глазурированной керамической плитки.....	28
<i>Лабораторная работа № 6.</i> Подбор сырьевых материалов при производстве декоративных бетонов и растворов на основе минеральных вяжущих веществ.....	31
Список литературы.....	35