

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

А.Е. Турченко, Т.И. Шелковникова, А.М. Усачев

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Утверждено учебно-методическим советом
университета в качестве учебного пособия

Воронеж 2018

УДК 666.7(07)
ББК 35.41я73
Т895

Рецензенты:

кафедра Производства строительных конструкций Брянского государственного инженерно-технологического университета (зав. кафедрой д-р. техн. наук, профессор Н.П. Лукутцова), (д-р. техн. наук, профессор кафедры материаловедения и нанотехнологий Белгородского государственного национального университета М.Ю. Назарова).

А.Е. Турченко

Технология строительной керамики: учеб. пособие
Т895 / А.Е. Турченко, Т.И. Шелковникова, А.М. Усачев. -
Воронеж: ФГБУ ВО «Воронежский государственный
технический университет, 2018. – 93 с.

ISBN

Пособие содержат общие теоретические сведения, методику выполнения лабораторных работ, контрольные вопросы и тесты по важнейшим разделам курса «Технология строительной керамики».

Учебное пособие предназначено для студентов 3 и 4 курсов всех форм обучения по направлению подготовки 08.03.01 - «Строительство» профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций».

Ил. 9. Табл. 20. Библиогр.: 16 назв

УДК 666.7(07)
ББК 35.41я73

ISBN

©Турченко А.Е.,
Шелковникова Т.И., Усачев А.М.
© ФГБУ ВО «Воронежский государственный
технический университет, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие составлено в соответствии с учебным планом направления подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство» профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций» и государственным образовательным стандартом по этой специальности.

Лабораторные работы по курсу «Технология строительной керамики» являются важной составной частью специальной подготовки бакалавров технологов и направлены на развитие навыков самостоятельной исследовательской работы.

Лабораторные работы, представленные в учебном пособии, охватывают все основные разделы дисциплины, начиная с изучения основных свойств разнообразных видов глинистого сырья и заканчивая изучением качественных показателей готовых керамических материалов и изделий различного назначения.

Каждая лабораторная работа включает цель работы, общие теоретические сведения, порядок выполнения работы, описание используемых приборов и оборудования, контрольные вопросы для оценки остаточных знаний студентов и последующей защиты результатов работы.

В ходе выполнения работ предусматривается использование натуральных образцов керамических изделий, комплектов плакатов и другого раздаточного материала.

Подготовка к лабораторным работам предусматривает самостоятельное изучение студентами отдельных теоретических вопросов по конспекту лекций, справочной и нормативной литературе, приведенной в библиографическом списке.

Изучение дисциплины «Технология строительной керамики» завершается выполнением курсового проекта. В период экзаменационной сессии студент-заочник посещает установочные и тематические лекции, выполняет лабораторные ра-

боты, предусмотренные программой, защищает курсовой проект, предварительно проверенный руководителем (преподавателем дисциплины). После выполнения всех работ студент сдает экзамен (зачет).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Цель работы: Изучить методы оценки качественных показателей глинистого сырья.

Приборы, инструменты, материалы: Мерные цилиндры емкостью 100 мл, прибор Вика, технические весы по ГОСТ 164-74, вода питьевая по ГОСТ 2874-82, сушильный шкаф по ГОСТ 134-74, фарфоровые чашки, прибор Васильева, штангенциркуль по ГОСТ 166-80, металлическая линейка, гидравлический пресс (ГОСТ 8905-82), песок кварцевый крупностью не более 1 мм, стеклянная пластинка размерами 270×150×5 мм, глины различных месторождений.

Краткие теоретические сведения

Основным сырьевым компонентом в технологии строительной керамики является глинистое сырье. Его свойства определяют структуру и физико-механические свойства будущего изделия, и умение определять его свойства позволяет назначить рациональную область использовать.

При определении пригодности глинистого сырья для производства керамических материалов проводят исследование его состава и свойств в соответствии с ГОСТ 21218 – 2014 [1]. Эти свойства зависят от химического, минералогического и гранулометрического состава.

Глинистое сырье представлено минералами, являющимися продуктами процессов выветривания алюмосиликатов и силикатов магматических и метаморфических пород. Размеры

частиц глинистых минералов в глинах большей частью не превышают 0,01 мм. По кристаллической структуре глинистые минералы относятся к слоистым или псевдослоистым силикатам [2].

Минералы представлены слоями, состоящими из кремнекислородных тетраэдров и алюмогидроксильных октаэдров, эти слои объединяются в элементарные пакеты, совокупность которых формирует частицу минерала. По набору слоёв в пакете различают несколько групп глинистых минералов [2]:

- группа каолинита (каолинит, галлуазит) с пакетом, состоящим из одного слоя октаэдров и одного слоя тетраэдров. Пакеты прочно связаны между собой и плотно прилегают друг к другу, в результате чего молекулы воды и катионы металлов не могут входить в межпакетное пространство и минерал не набухает в воде, а также обладает низкой ёмкостью катионного обмена;

- группа монтмоиллонита (монтмориллонит, нонтронит, бейделит и др.) с трёхслойным пакетом вида тетраэдр-октаэдр-тетраэдр. Связь между пакетами слаба, туда проникает вода, из-за чего минерал сильно набухает. Отличается высокой ёмкостью катионного обмена (до 80-120 мг-экв на 100 г.);

- группа гидрослюд (гидробиотит, гидромусковит и др.) также с трёхслойным пакетом, но сильной связью между ними. Практически не поглощают воду и не набухают в ней. Отличаются высоким содержанием калия, поскольку его ионный радиус позволяет ему входить в пустоты структуры минерала;

- группа хлорита с четырёхслойной набухающей структурой;

- группа смешаннослойных минералов с чередованием пакетов различных типов носят названия: иллит-монтмориллонит, вермикулит-хлорит и т. п., свойства сильно варьируются.

Гранулометрическим составом глин называют распределение зерен в глинистой породе по их величине, выраженное в процентах по весу. Гранулометрический (зерновой) состав глин в технологии керамики имеет важное значение, так как от соотношения отдельных фракций по крупности частиц зависят в итоге плотность, прочность, водопоглощение, усадка и др. свойства готовых изделий.

Все методы анализа гран состава делятся на 2 группы: прямые и косвенные [3].

Прямые методы позволяют непосредственно установить размер и содержание частиц, слагающих породу. К ним относятся ситовой метод, метод подсчета частиц различных размеров под микроскопом.

Косвенные методы позволяют установить размер частиц по какому-либо косвенному признаку: массе, скорости падения частиц в жидкости, способности к набуханию, отражению света.

Основным показателем качества глины является пластичность – способность глиняного теста изменять свою форму под давлением без образования трещин и разрывов и сохранять эту форму после снятия нагрузки.

Под нормальной формовочной влажностью, или водой затворения, понимают количество воды, необходимое для придания керамической массе нормальной рабочей консистенции, при которой глиняное тесто приобретает пластичность и формовочные свойства, сохраняет без деформации приданную форму (на изломе не растрескивается) и при формовании не прилипает к рукам и металлу.

Количество воды, необходимое для получения теста нормальной формовочной влажности, колеблется в широких пределах и составляет [2]:

- а) для каолинов - 28-35 %;
- б) для пластичных жирных глин - 35-45 %;

в) для непластичных - 15-25 % от массы сухого вещества.

Под связующей способностью глин принято понимать их свойство связывать непластичные материалы, давая при этом хорошо формирующиеся массы и прочный сырец после сушки. Знание этого свойства глин необходимо, так как для улучшения сушильных свойств высокоэластичных глин и получения определенных физико-механических свойств черепка к глинам добавляют отошающие добавки: шамот, кварцевый песок и т.д [3].

Порядок выполнения работы

1.1. Определение гранулометрического состава глин

Из всех существующих методов определения гранулометрического состава глин метод Рутковского нашел самое широкое применение в заводских лабораториях. Он дает трехчленную классификацию глинистого сырья (глину делят по составу на три фракции: глинистую, пылеватую и песчаную). Глинистая фракция является наиболее дисперсной и представляет собой комплекс глинообразующих минералов, придающих сырью свойство пластичности.

Сущность метода Рутковского основана на способности глинистых частиц набухать и различной скорости падения частиц в воде в зависимости от их размера [3].

а) Определение содержания глинистых частиц (менее 0,005 мм)

Для анализа из средней пробы отбирают около 250 г глины, которую высушивают до воздушно-сухого состояния, дробят деревянной скалкой в порошок и просеивают через сито с сеткой № 01 (размер отверстий 1 мм).

Просеянную глину высыпают в стеклянный мерный цилиндр емкостью 100 см³ в таком количестве, чтобы после ее

уплотнения постукиванием об упругую подушку или о ладонь руки объем глинистого порошка был бы точно $V_0 = 10 \text{ см}^3$; затем пробу в цилиндре разрыхляют, доливают 50-60 см^3 воды и полученную массу тщательно растирают стеклянной палочкой с резиновым наконечником. Размешивание следует производить до тех пор, пока на стенках цилиндра при растирании не исчезнут мазки глины.

После этого к полученной в цилиндре суспензии доливают воду до отметки 100 мл и оставляют на 24-48 часов для отстаивания, что необходимо для получения осадка постоянного объема [3].

После отстаивания определяют содержание глинистого вещества по приращению объема осадка в результате набухания (на 1 см^3) по отношению к первоначальному объему по формуле 1

$$Kv = \frac{V - V_0}{V_0}, \quad (1)$$

где V – объем пробы глины в цилиндре, полученный в результате ее набухания, см^3 ;

V_0 – первоначальный объем пробы глины в цилиндре, равный 10 см^3 .

Содержание в сырье глинистой фракции, %, определяется по формуле 2

$$X_{\text{гл}} = 22,7Kv. \quad (2)$$

Эта зависимость представлена в табл. 1, поэтому содержание в сырье глинистых фракций, %, может быть определено напрямую, минуя расчет по эмпирической формуле [3].

Таблица 1

Зависимость набухания глины от количества
глинистых частиц

Приращение объема глины на 1 см ³	Содержание глинистых частиц, %	Приращение объема глины на 1 см ³	Содержание глинистых частиц, %	Приращение объема глины на 1 см ³	Содержание глинистых частиц, %
4.00	90.70	2.70	61.21	1.40	31.74
3.95	89.55	2.65	60.07	2.35	30.61
3.90	88.42	2.60	58.94	1.90	29.48
3.85	87.29	2.55	57.81	1.25	28.34
3.80	86.16	2.50	56.68	1.20	27.70
3.75	85.03	2.45	55.54	1.15	26.07
3.70	83.88	2.40	54.41	1.10	24.93
3.65	82.75	2.35	53.28	1.05	23.80
3.60	81.62	2.30	52.14	1.00	22.67
3.55	80.49	2.25	51.07	0.95	21.52
3.50	79.35	2.20	49.88	0.90	20.41
3.45	78.23	2.15	48.74	0.85	19.26
3.40	77.09	2.10	47.61	0.80	18.13
3.35	75.95	2.05	46.48	0.75	17.00
3.30	74.81	2.00	45.34	0.70	15.86
3.25	73.67	1.95	44.20	0.65	14.73
3.20	72.54	1.90	43.07	0.60	13.60
3.15	71.40	1.85	41.94	0.55	12.46
3.10	70.27	1.80	40.80	0.50	11.32
3.05	69.14	1.75	39.68	0.45	11.19
3.00	68.01	1.70	38.53	0.40	9.06
2.95	66.88	1.65	37.39	0.35	7.93
2.90	65.75	1.60	36.26	0.30	6.79
2.85	64.62	1.55	35.13	0.25	5.66
2.80	63.49	1.50	34.00	0.20	4.53
2.75	62.35	1.45	32.87	0.15	3.40

б) Определение содержания песчаных частиц (1-0,05 мм)

Берут тот же цилиндр и размешивают его содержимое стеклянной палочкой с резиновым наконечником. Полученную суспензию оставляют для отстаивания на 1,5 мин, после чего мутную воду сливают примерно до метки 40-45 см³ и снова наполняют цилиндр чистой водой до отметки 100 см³. Вновь перемешивают содержимое и оставляют цилиндр для отстаивания на 1,5 мин. Опыт повторяют до тех пор, пока вода в цилиндре не станет прозрачной [3].

После отмучивания в цилиндр наливают воду и дают ей отстояться 15-20 мин, а затем измеряют объем песка, осевшего на дне цилиндра. Процентное содержание песка в пробе вычисляют, принимая, что каждый 1 см³ осевшего песка соответствует 10 % его содержания в пробе.

в) Определение содержания пылеватых частиц (0,05-0,005 мм)

Содержание пылеватых частиц в глине вычисляют по разности между 100 % и содержанием суммы глинистых и песчаных частиц. Результаты определения гранулометрического состава заносят в табл. 2.

Таблица 2

Определение гранулометрического состава глин

Наименование сырья	Содержание фракций, % по массе		
	Песчаных частиц 1...0,05 мм	Пылеватых частиц 0,05...0,005	Глинистых частиц 0,005...мм

Данные анализа гранулометрического состава наносят на тройную диаграмму (рис. 1), по которой устанавливают тип суглинка или глины.

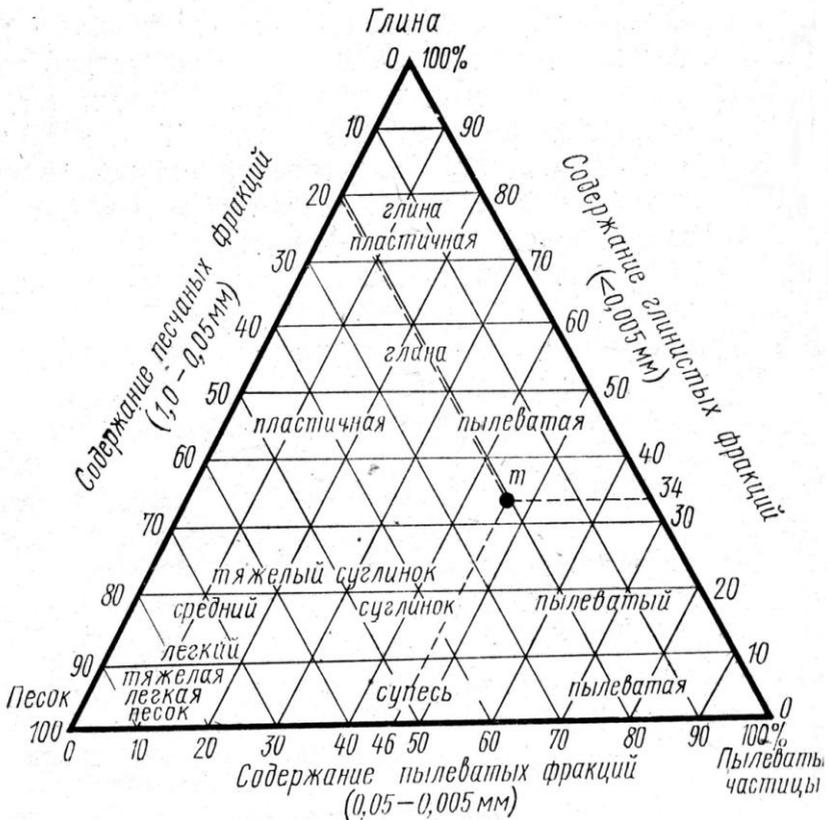


Рис. 1. Тройная диаграмма распределения фракций «глина – пылеватые - песок» [3]

На рисунке 1 в качестве примера представлен следующий состав: глинистые частицы – 34 %, песчаные – 20 %, пылеватые – 46 %, обозначенные точкой m.

По данным анализа в соответствии с современными диаграммами промышленного назначения глин (рис. 2) можно установить пригодность исследуемой глины для того или иного

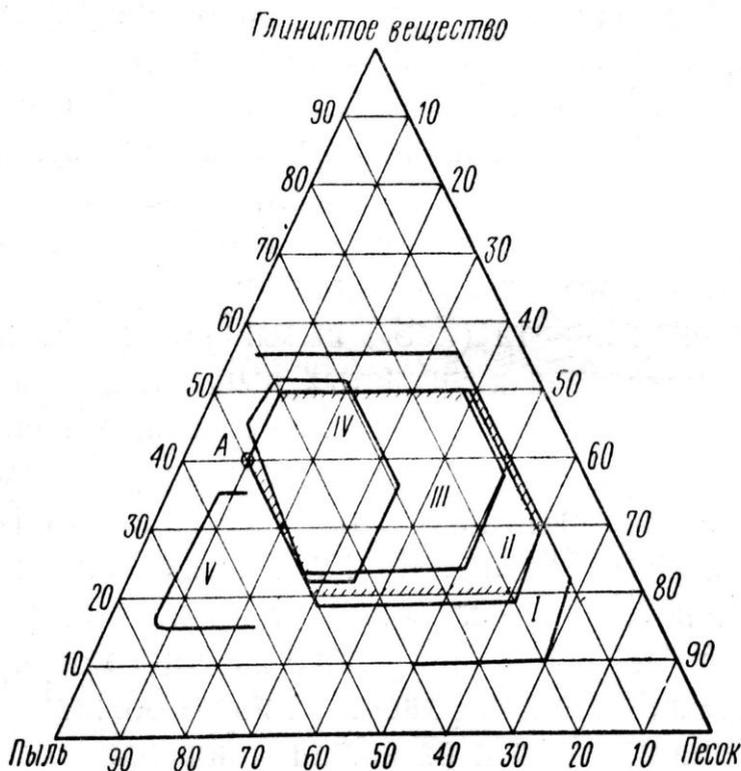


Рис. 2. Промышленное назначение глин в зависимости от их гранулометрического состава.

Глины, пригодные для изготовления: I – полнотелого кирпича; II – пустотелого кирпича; III – черепицы; IV – дренажных труб и других тонкостенных изделий; V – гончарных изделий, не требующих морозостойкого черепка [4]

го вида керамических изделий.

Так, например, состав, содержащий глинистой фракции - 40 %, пылевидной - 50 % и песчаной - 10 %, будет изображен точкой А.

1.2. Определение нормальной формовочной влажности глин

Для определения нормальной рабочей влажности глиняного теста можно пользоваться прибором Вика (рис. 3) [3].

Из глиняного теста, приготовленного из 100 г глины, формуют вручную образец в металлической форме высотой 40 и диаметром 65 мм. Изготовленный образец помещают на площадку под иглу прибора Вика. Глиняное тесто имеет нормальную рабочую влажность, если игла прибора Вика при нагрузке 300 г опустится в него на глубину 3-4 см в течение 5 мин. Для определения влажности от образца берут 2 пробы массой около 10 г и высушивают их в бюксах в сушильном шкафу до постоянной влажности.

Расчет нормальной формовочной влажности производят по формуле 3

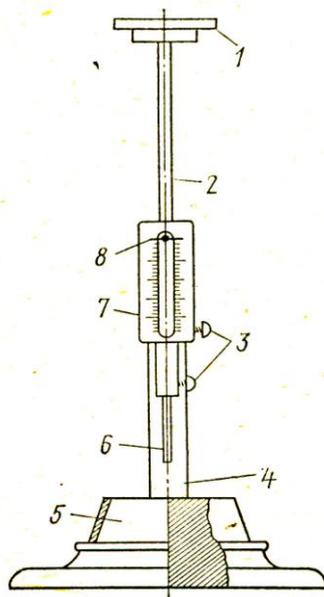


Рис. 3. Прибор Вика для определения нормальной формовочной влажности глины: 1 – груз; 2 – стержень; 3 – стопорный винт; 4 – кронштейн; 5 – форма; 6 – игла; 7 – шкала; 8 – стрелка-указатель [3]

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2}, \quad (3)$$

где m_1 - масса влажной пробы, г;
 m_2 - масса высушенной пробы, г.

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение результатов трех параллельных испытаний.

Расхождение результатов параллельных испытаний не должно превышать допустимого значения, но не должно быть более $\pm 5\%$ среднего значения результатов этих испытаний. Результаты испытаний заносят в табл. 3.

Таблица 3

Результаты определения нормальной формовочной
Влажности

Номер бюкса	Масса, г			Влажность глины, %
	пустого бюкса	бюкса с влажной глиной	бюкса с су- хой глиной	

1.3. Определение пластичности глины

Пластичность определяют по разности влажности глинистой массы, соответствующей нижней границе текучести и границе раскатывания [3, 5].

Для проведения испытаний от средней пробы отбирают навеску глинистого сырья массой не менее 50 г, измельчают до полного прохождения через сито с сеткой № 05.

Пробу помещают в фарфоровую чашу, доливают при непрерывном перемещении воду до образования густой однородной пластичной массы. После этого массу равномерно распределяют по дну чаши слоем толщиной 10 мм и специальным шпателем разрезают на две равные части с зазором сверху 2,5-3 мм, а по дну чаши - 1 мм (рис. 4, а).

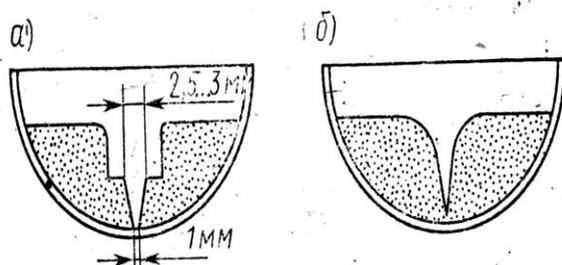


Рис. 4. Характер распределения глиняного теста при определении нижней границе текучести [3]

Чашу устанавливают на верхнем диске прибора конструкции А.М. Васильева (рис. 5) и закрепляют резиновым держателем. Стержень прибора закрепляют винтом в таком положении, чтобы он находился на расстоянии 75 мм от опорной плиты. После этого стержень освобождают, и он вместе с чашей свободно падает, ударяясь об опорную плиту. Масса в чаше встряхивается, и зазор между двумя ее частями уменьшается. Встряхивание производят три раза. Нижняя граница текучести считается достигнутой, если обе половины массы после третьего удара сольются на протяжении 10-15 мм по длине разреза (см. рис. 4, б).

Если после третьего встряхивания части не соединились, в массу приливают малыми порциями воду, перемешивают ее, разравнивают и испытание повторяют. Если части массы соединяются после первого или второго встряхивания, в массу добавляют сухое глинистое вещество, перемешивают и повторяют испытание.

Продолжительность всего испытания не должна превышать 2 часа.

Далее отбирают навеску массой 25 г, помещают в предварительно высушенный до постоянной массы и взвешенный бюкс с открытой крышкой, ставят в сушильный шкаф с температурой 105-110 °С и сушат до постоянной массы. Затем бюкс вынимают, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Высушивание повторяют до достижения постоянной влажности.

Влажность, соответствующую нижней границе текучести (W_l), определяют по формуле 4

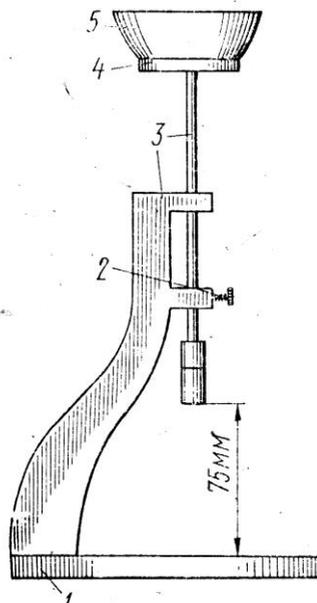


Рис. 5. Прибор Васильева:
 1 – опорная плита штатива;
 2 – винт; 3 – станина прибора с цилиндрическим стержнем;
 4 – диск-площадка; 5 – чашка
 [3]

$$W_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m}, \quad (4)$$

где m_1 - масса бюкса с навеской до высушивания, г;

m_2 - масса бюкса с навеской после высушивания, г;

m - масса бюкса, г.

Для нахождения границы раскатывания массу после определения нижней границы текучести раскатывают ладонью на стеклянной пластинке до образования жгута диаметром около 3 мм. Если при этой толщине жгут сохраняет вязкость, его собирают в комок, добавляют сухую глину и вновь раскатывают до указанного диаметра. При раскатывании жгут должен растягиваться в длину, а давление руки равномерно распределяется на весь жгут. Раскатывание проводят до тех пор, пока жгут диаметром около 3 мм начнет делиться поперечными трещинами на кусочки длиной 3-10 мм. От этих кусочков отбирают навеску массой не менее 10 г, помещают в предварительно высушенный до постоянной массы и взвешенный стаканчик и, пользуясь изложенной выше методикой, определяют влажность, соответствующую границе раскатывания (W_2).

Число пластичности, %, вычисляют по формуле 5

$$II = W_1 - W_2 \quad (5)$$

Результаты испытаний заносят в табл. 4

Таблица 4

Число пластичности глин

Но мер бю кса	Масса,г.			Влаж ность гли ны, %	Число пла стич ности	Группа глины по пла стич ности
	пус того бюкса	бюкса с влаж ной глиной	бюкса с сухой глиной			
				W_1		
				W_2		

В зависимости от пластичности глинистое сырье подразделяют на группы, указанные в табл. 5.

Таблица 5

Классификация глин по числу пластичности

Наименование групп	Число пластичности
Высокопластичные	Свыше 25
Среднепластичные	От 15 до 25
Умереннопластичные	От 7 до 15
Малопластичные	От 3 до 7
Непластичные	Не дают пластичного теста

По результатам испытаний делают заключение о принадлежности исследуемого сырья к одной из групп, указанных в табл. 5.

1.4. Определение связующей способности глинистого сырья

Под связующей способностью глин принято понимать их свойство связывать непластичные материалы, образуя при этом хорошо формующееся тесто и прочный сырец после сушки. Знание этого свойства глин необходимо, так как для

улучшения сушильных свойств высокоэластичных глин и получения определенных физико-механических свойств черепка к глинам добавляют отошающие вещества: шамот, кварцевый песок и т.д. Кроме того, пластичные глины часто применяют для связки непластичных материалов (например, при производстве многошамотных огнеупорных изделий). На показатель связующей способности оказывает влияние не только количество добавленного к ней непластичного материала, но и природа, и зерновой состав глин.

Связующая способность имеет также важное значение для определения прочности сырца, необходимой при садке изделий на печные вагонетки.

Связующая способность глинистого сырья выражается пределом прочности при сжатии образцов, отформованных пластическим способом в виде кубиков, высушенных при температуре 105 °С.

Для определения связующей способности отформованные из теста нормальной рабочей консистенции образцы-кубы со стороной 5 см высушивают в помещении с до сушкой (в сушильном шкафу) при температуре 105-110 °С до постоянной массы [3]. Высушенные образцы после охлаждения испытывают на лабораторном гидравлическом прессе и определяют предел прочности при сжатии, $R_{сж}$ (МПа) по формуле 6

$$R_{сж} = \frac{P}{F}, \quad (6)$$

где P - разрушающее усилие, кгс (Н);

F - площадь образца, см² (м²).

Результаты испытания сопоставляют с рациональным значением для глинистого сырья (должно быть не менее 5

МПа) и делают заключение о его связующей способности.

В качестве отощилителя можно применять кварцевый песок, сухую золу ТЭС, шамот, дробленое стекло и др. Для испытаний рекомендуется составлять серию смесей пропорций, представленных в таблице 6.

Таблица 6

Состав шихты для определения связующей способности глинистого сырья

Глина	90	80	70	60	50	40	30
Отощитель	10	20	30	40	50	60	70

Глины необходимо использовать различных месторождений. Полученные данные, то есть зависимость составов и показателей испытаний $R_{сж}$, целесообразнее изображать графически и заносить результаты испытаний в табл. 7. На основании этих данных сделать вывод о максимально возможном количестве отощителя для каждой глины.

Таблица 7

Прочность высушенных образцов

Но- мер об- раз- ца	Массо- вая до- ля пес- ка, %	Размеры образца, см (м)	Пло- щадь, см ² (м ²)	Разру- шаю- щая сила, кгс (Н)	Предел прочности при сжатии, кгс/см ² (МПа)

Контрольные вопросы

1. Расскажите о классификации глин.
2. Каков минералогический состав глин?
3. Что понимают под гранулометрическим составом?
4. Методы анализа грансостава. Метод Рутковского. На чем основана сущность оценки грансостава методом Рутковского?
5. Назовите основные свойства глинистого сырья.
6. Опишите основные процессы, протекающие при взаимодействии глин с водой.
7. Как определяется нормальная формовочная влажность глин?
8. Как определяется пластичность глин? Классификация глин по числу пластичности.
9. Что понимают под связующей способностью глин? Как ее определяют?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ СУШИЛЬНО-ОБЖИГОВЫХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

Цель работы: Изучить методы оценки сушильных и обжиговых свойств глинистого сырья, показателей глинистого сырья. Дать заключение об их влиянии на физико-механические свойства керамических изделий.

Приборы, инструменты, материалы: Мерные цилиндры емкостью 100 мл, технические весы по ГОСТ 164-74, вода питьевая по ГОСТ 2874-82, сушильный шкаф по ГОСТ 134-74, штангенциркуль по ГОСТ 166-80, муфельная печь, гидравлический пресс (ГОСТ 8905-82), песок кварцевый крупностью не более 1 мм, глины различных месторождений.

Краткие теоретические сведения

В производстве керамических изделий процесс сушки занимает важное место как по продолжительности, так и по его влиянию на качество готовой продукции и на ее себестоимость [2, 4, 6].

Сушильные и обжиговые свойства глинистого сырья зависят от минералогического и гранулометрического составов и связанными с ними адсорбционными процессами в системе глина-вода.

Из всех существующих способов сушки в технологии керамики наиболее широкое применение получил конвективный способ сушки, при котором теплоноситель непосредственно омывает высушиваемый полуфабрикат. При этом имеют место тепло-массообменные процессы между сушильным агентом и сырцом. При контакте сушильного агента с влажным сырцом происходит интенсивное испарение влаги с поверхности последнего. Возникающий перепад влагосодержания в материале заставляет влагу диффундировать из глубоких слоев к поверхности со скоростью, зависящей от характера связи влаги с материалом и от внешних параметров среды. Так как удаление влаги сопровождается уменьшением объема, то наружные слои в этот период должны давать усадку большую, чем внутренние. Однако внутренние слои препятствуют усадке наружных.

В результате создается сложное напряженное состояние, характеризующееся растяжением наружных и сжатием внутренних слоев. Если возникшие напряжения превышают предел прочности полуфабриката, то в нем создаются трещины. Поэтому условия сушки должны быть такими, при которых образующийся перепад влагосодержания в объеме сырца не превышал бы критического значения.

Оценивают сушильные свойства глин следующими показателями:

- воздушная усадка - сокращение размеров образца под влиянием физических процессов при высушивании, выраженное в процентах по отношению к первоначальным размерам образцов;

— коэффициент чувствительности глин к сушке - отношение объема усадочной воды к объему воды пор [2,4].

Процессы, происходящие при обжиге высушенного сырца определяют физико-механические характеристики готовых керамических изделий. Дефекты, образующиеся при обжиге не устранимы и ведут к образованию брака. Поэтому важно уметь определять обжиговые свойства и регулировать их в технологическом процессе.

К обжиговым свойствам относят огневую и полную усадку. Огневая усадка - это сокращение размеров воздушно-сухих образцов под влиянием физико-химических процессов, происходящих при обжиге, выраженное в процентах по отношению к размерам образцов в воздушно-сухом состоянии.

Общая или полная усадка - это сокращение размеров керамических образцов в результате их высушивания и обжига, выраженное в процентах от размеров свежотформованного образца.

- оптимальная температура термopодготовки - это температура, при которой гранулы (зерна) полуфабриката не разрушаются в печи термopодготовки или в печи обжига и обеспечивается получение пористого заполнителя с минимальной плотностью гранул (зерен);

- вспучиваемость - это свойство некоторых глинистых пород увеличиваться в объеме при обжиге с образованием материала ячеистой структуры;

- оптимальная температура вспучивания – это температура обжига, при которой получают пористый заполнитель с минимальной средней плотностью гранул (зерен) и без оплавления поверхности;

- температурный интервал вспучивания – это разность между оптимальной температурой вспучивания и температурой, при которой получают пористый наполнитель плотностью гранул (зерен) 950 кг/м^3 ;

- коэффициент вспучивания - это отношение объема вспученной гранулы (зерна) к объему гранулы (зерна) полуфабриката, поступающей на обжиг [5];

- спекаемость - это способность глинистого сырья образовывать при обжиге черепок без признаков пережога с водопоглощением не более 5 % [5];

- огнеупорность - это температура, при которой образец стандартных размеров (пироскоп), размягчаясь при нагревании, касается вершиной подставки, на которую он установлен.

2.1. Определение воздушной и огневой усадки

Величина воздушной усадки прямо пропорциональна пластичности глин. Косвенно по ее значениям можно судить о сушильных свойствах глинистого сырья, то есть чем больше величина усадки, тем чувствительнее глина к сушке.

Чувствительность глин к сушке определяет способность сырца, отформованного из глины, противостоять без трещин и деформаций внутренним напряжениям, развивающимся в результате удаления усадочной воды. Эта способность численно выражается коэффициентом чувствительности $Kч$. Чем больше коэффициент чувствительности к сушке, тем больше воды испаряется при сушке и глубже изменения в структуре материала. При этом труднее высушить глиняное изделие без образования трещин [4].

Определение воздушной усадки производят на плитах размером $50 \times 50 \times 5$ в количестве 3 штук, изготовленных из глиняной массы нормальной рабочей консистенции. На отформованных образцах проводят диагонали, на которых наносят штангенциркулем метки на расстоянии 50 мм (l_0). Плит-

ки высушивают на воздухе в течение 2-4 дней, а затем - в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105-110 °С при медленном подъеме температуры. После этого образцы охлаждают и измеряют штангенциркулем расстояние между усадочными метками (l_1). Величину воздушной усадки $U_{\text{возд}}$, в процентах (%) вычисляют по формуле 7

$$U_{\text{возд}} = \frac{l_0 - l_1}{l_0} \cdot 100. \quad (7)$$

Величину огневой усадки определяют на тех же плитках, на которых определяли воздушную усадку. Обжигают плитки в лабораторных электрических печах. Режим обжига и оптимальную температуру устанавливают в зависимости от требуемых свойств изделий. Образцы из легкоплавких глин обычно обжигают при температуре 900-1000 °С, из тугоплавких - 1000-1250 °С в окислительной или нейтральной среде [3].

Режим обжига керамических изделий зависит от минералогического характера сырья и вида изделий. В лабораторных условиях обжиг обычно ведут в течение 6-7 часов. В первый период подъем температуры до 200 °С для всех глин независимо от минералогического типа сырья должен быть одинаково осторожным - не более 2 °С в минуту, так как этот период является наиболее опасным. Во второй период, начиная с температуры 200 °С до 800 °С, скорость подъема температуры колеблется от 4 до 6 °С в минуту, а с 800 °С до максимальной температуры скорость подъема должна быть не более 1,5 °С в минуту. Выдержка при конечной температуре рекомендуется не менее 1-2 часов.

После обжига и охлаждения образцов штангенциркулем измеряют расстояние между усадочными метками (l_2). Вели-

чину огневой усадки $U_{огн}$, в процентах (%) рассчитывают по формуле

$$U_{огн} = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \cdot 100. \quad (8)$$

Величину полной усадки $U_{полн}$ в процентах (%) определяют по формуле

$$U_{полн} = \frac{l_0 - l_2}{l_0} \cdot 100. \quad (9)$$

Результаты испытаний заносят в таблице 8.

Таблица 8

Воздушная, огневая и полная усадки

№ образца	Расстояние между метками, мм			Усадка, %		
	на влажном образце, l_0	на высушенном образце, l_1	на обожженном образце, l_2	воздушная, $U_{возд}$	огневая, $U_{огн}$	полная, $U_{полн}$

Величина воздушной усадки для различных глин и масс неодинакова. Для глин средней пластичности значение воздушной линейной усадки порядка 6-7 %, для высоко пластичных – 12-14 %. Среднее значение огневой усадки для тощих и пластичных глин - до 4 % [4].

По результатам испытаний делают заключение о качестве сырья.

2.2. Определение оптимальной температуры обжига

Для определения оптимальной температуры обжига отформованные образцы-кубы со стороной 30 мм после предварительной подсушки обжигают в лабораторной электропечи при различных конечных температурах обжига, устанавливая заранее температурные интервалы в зависимости от вида глин.

Рекомендуют следующие температуры обжига:

1) для огнеупорных глин: 900, 1000, 1100, 1200, 1300 и 1400 °С;

2) для тугоплавких глин: 900, 1000, 1100, 1150, 1200 и 1250 °С;

3) для легкоплавких глин: 850, 900, 950, 1000, 1050, 1200 и 1250 °С.

Обожженные образцы подвергаются тщательному осмотру для выявления трещин, вспучивания, деформаций и прочих дефектов. После внешнего осмотра определяют плотность образцов, пористость, водопоглощение и прочность на сжатие.

Результаты испытаний заносят в табл. 9.

Таблица 9

Оптимальная температура обжига

Но- мер об- разца	Тем- пера- тура обжи- га, °С	Внеш- ний вид об- разца	Разме- ры образ- ца, см (м), а×в×с	Масса об- разца, г (кг)	Сред- няя плот- ность, г/см ³ (кг/м ³)	Водо- погло- ще- ние, %	Разру- шаю- щая сила, кгс (Н)	Предел проч- ности при сжа- тии, кгс/см ² (МПа)

По результатам наилучших показателей делают заключение об оптимальной температуре обжига.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные сушильные свойства глинистого сырья.
2. Назовите основные обжиговые свойства глинистого сырья.
3. Как влияет минералогический состав глин на их сушильные свойства?
4. Какие процессы происходят при сушке керамических изделий?
5. Как определяют воздушную усадку?
6. Какие процессы происходят при обжиге керамических изделий?
7. Как определяют огневую и общую усадки?
8. Как определяется оптимальная температура обжига глин?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТОВ НА РАЗЖИЖАЕМОСТЬ ГЛИНИСТЫХ ШЛИКЕРОВ

Цель работы подбор вида и количества электролита, при котором достигается оптимальное разжижение шликера, т.е. сочетание высокой текучести при минимальном содержании воды.

Приборы, химическая посуда, материалы: исследуемые виды глин и электролиты (2-3 вида); сушильный шкаф; торговые и теххимические весы; сито с размером отверстий (1-2) мм; сито № 05; бюксы; стеклянные цилиндры емкостью (0,5-1) л; бюретки; лабораторная мешалка; пикнометры; вискозиметр Энглера; секундомер; мерная колба объемом (100-300) см³.

Общие теоретические сведения

Многие виды керамических изделий (литые керамические плитки, санитарно-технические и некоторые другие изделия из фаянса и фарфора) изготавливают методом литья из глинистых суспензий, называемых в технологии керамики шликерами. Литейные шликеры должны обладать достаточной текучестью при минимально возможной влажности [7].

Аналогичная задача возникает в том случае, когда шликер готовят для последующей переработки его в порошок путем сушки в башенных распылительных сушилах с целью экономии энергозатрат. Из такого порошка изготавливают в настоящее время все виды прессованных керамических плиток.

Для уменьшения количества воды в шликере без увеличения его вязкости применяют добавки электролитов (растворы соды Na_2CO_3 , жидкого стекла Na_2SiO_3 и др.). К электролитам относятся вещества, в которых в небольшом количестве присутствуют ионы, способные перемещаться и проводить электрический ток [7, 8].

Для каждого электролита необходимо подбирать оптимальную концентрацию, при которой текучесть системы будет максимальной, а вязкость соответственно минимальной.

Процесс дефлокуляции (разжижения) глинистых тонкодисперсных систем состоит в связывании двухвалентных катионов сольватного слоя глинистых частиц анионами разжижителя в малорастворимые соли. Занимающие места двухвалентных ионов, ионы натрия удерживают только одну глинистую частицу. При таком обмене разрушается *тиксотропная* структура, внутреннее трение уменьшается, текучесть шликера возрастает. Ионы натрия удерживаются вблизи поверхности частиц в составе диффузионного слоя, что приво-

дит к увеличению электрокинетического потенциала (ξ - потенциала) и к освобождению части связанной воды [7]. На разжижение влияет также анионная часть электролита, как это показано на рисунке 6.

Чем больше обменных катионов в глине, тем больше требуется электролита - разжижителя.

Однако процесс разжижения с увеличением концентрации электролита продолжается лишь до определенного предела. Так, дальнейшее увеличение концентрации электролита (при неизменном количестве воды) понижает ξ - потенциал в связи с уменьшением диффузионного слоя, что приводит к сближению глинистых частиц и вязкость системы возрастает.



Рис. 6 Влияние различных электролитов (1 - NaOH; 2- Na₂CO₃ ; 3 - Na₂SiO₃) на вязкость (разжижаемость) глинистого шликера при постоянной его влажности [9]

Таким образом, при взаимодействии глины с электролитами действуют одновременно две группы факторов: первая из них обуславливает увеличение количества свободной воды в суспензии, а вторая: - ее уменьшение. При низких концентрациях электролита превалируют факторы, способствующие накоплению свободной, а при высоких - связанной воды.

Некоторые электролиты характеризуются строго определенной концентрацией, дающей оптимум разжижения шликера, для других существует интервал концентраций, приводящих к одному и тому же эффекту (рис. 6). Чем больше этот интервал, тем удобнее пользоваться данным электролитом на производстве. Таким образом, подбирая состав и концентрацию электролитов, можно в широких пределах регулировать литейные свойства шликеров [7].

Порядок выполнения работы

Глину, предварительно высушенную измельченную, пропускают через сито с размером отверстий 1...2 мм и определяют ее остаточную влажность путем высушивания навески 100 г глины до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре не более 110°C. Количество остаточной влаги ($W_{\text{ост}}$), в процентах (%) вычисляют по формуле 10

$$W_{\text{ост}} = (m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}}) \times 100 / m_{\text{сух}}, \quad (10)$$

где $m_{\text{вл}}$ - масса навески глины до высушивания, г.

$m_{\text{сух}}$ - масса навески глины после высушивания, г.

Если $W_{\text{ост}} > 1\%$, то она учитывается при дальнейших расчетах, если $W_{\text{ост}} < 1\%$, то ее не учитывают.

Подбор оптимального количества электролита производится в две стадии:

1) предварительное опробование разжижения глин введением электролитов; 2) окончательное определение оптимального количества и вида электролита [9].

В качестве электролитов используют соду, растворимое стекло, пирофосфат натрия и др. Электролиты приготавливаются в виде 5 % или 10 % растворов.

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

В набор цилиндров емкостью 0,5-1л всыпают по 400 г подготовленной для исследований глины. В одну из емкостей наливают дистиллированную воду (исходя из влажности получаемого шликера 50-60 %), в остальные раствор данного электролита в количестве 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 % (содержание сухого вещества электролита относится к массе сухой глины) и дистиллированную воду.

Общий объем заливаемой жидкости (вода + раствор электролита) должен быть во всех цилиндрах одинаковым. Подготовленные емкости плотно закрывают крышками и оставляют до следующего занятия.

На следующем занятии содержимое емкостей тщательно перемешивают в мешалках. Затем определяют, сначала на глаз, в какой из емкостей получился наименее вязкий шликер. Если при 0,3 % содержании электролита глина не разжижается, опыт повторяют, используя электролит с концентрациями 0,35; 0,40; 0,45 % и т.д.

Плотность и влажность получаемых шликеров определяют с помощью пикнометра (металлический усеченный конус объемом 100 см). Влажность шликера ($W_{\text{шл}}$), в процентах (%), вычисляют по формуле 11

$$W_{\text{шл}} = (p - p_{\text{шл}}) \times 100 / p_{\text{шл}}(p - 1), \quad (11)$$

где ρ - истинная плотность минерального вещества шликера, г/см³ (для обычных глинистых масс, используемых в производстве фарфора, фаянса и некоторых видов строительной керамики можно принять $\rho=2,650$ г/см³); $\rho_{\text{шл}}$ - плотность шликера, г/см³.

Затем определяют текучесть шликеров на вискозиметре Энглера (рис. 7). Вискозиметр состоит из двух цилиндрических мерных сосудов 4 и 5 вставленных один в другой и соединенных посередине жесткой трубкой. Шликер вытекает через конусное отверстие диаметром 5-7 мм. На стенках внутреннего сосуда укреплен указатель уровня, до которого надо наливать исследуемый шликер. В крышке (3) внутреннего сосуда имеются два отверстия: центральное для запорного стержня (1) и боковое для термометра (2). Наружный сосуд служит термостатом и используется при необходимости для подогревания, исследуемого шликера до заданной температуры, которая контролируется термометром.

Температура шликера сильно влияет на его вязкость, поэтому сравнивать вязкость следует при одинаковых температурных условиях.

Перед каждым испытанием внутренний сосуд промывают и насухо вытирают. Под выпускное отверстие прибора устанавливают мерную колбу (6) объемом 100 см³. Исследуемый шликер процеживают через сито № 05, заливают в вискозиметр до уровня указателя высоты, тщательно перемешивают в течение 5 мин и ос-

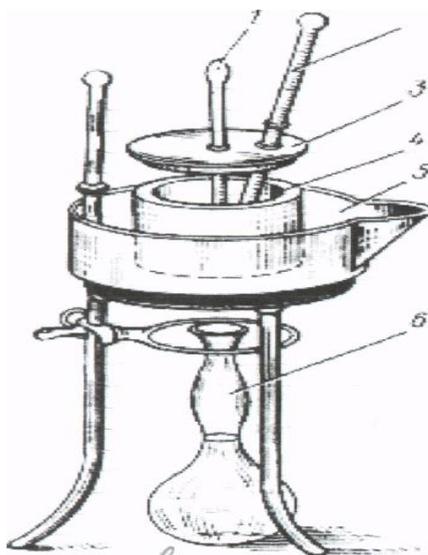


Рис. 7. Схема вискозиметра Энглера [9]

Вид испытуе- мой глины	Влажность	0/	Масса глины, г	электролита, мгэв. на 100 г тролита на навеску глины,	г/	влажность	0/	ной воды (без электроли- влажность шликера по	1	2	3	Среднее значе- ние	Примечание

По полученным экспериментальным данным строят графические зависимости текучести шликера от количества и вида электролита для различных глин и при различных их влажностях. По графикам устанавливают оптимальное количество наиболее эффективного электролита для данной глины, обеспечивающее требуемую текучесть шликера при минимальном влагосодержании.

Кроме того, глины, резко отличающиеся по свойствам, сравнивают по степени разжижаемости при введении одного и того же электролита.

В некоторых же случаях, особенно в учебных целях, применяют упрощенную схему исследований.

Приготовление шликера заключается в следующем: берут 2-3 вида глинистого сырья (предварительно высушенного и измельченного, пропущенного через сито с размером отверстий 1-2 мм) и определяют остаточную влажность. Затем взвешивают 1 кг каждого вида глины на торговых весах. Помещают навеску в эксикатор и добавляют под наблюдением преподавателя небольшими порциями определенное количество воды при постоянном перемешивании. Вводимый объем воды фиксируют в лабораторном журнале. После достижения шликером текучего состояния, рассчитывают влажность шликера в %.

Для продолжения эксперимента шликер необходимо выдержать в течение 24 - 48 часов.

Приготовление растворов электролитов

Для приготовления рабочего раствора электролита с массовой долей 10 % - К (10 %) необходимо отмерить 250 мл дистил-

лированной воды - m_b и определить массу электролита - m_3 , которую вычисляют по формуле 12

$$m_3 = m_b \times K / 100, \text{ г} \quad (12)$$

Далее необходимо взвесить на теххимических весах с точностью + 0,01 г электролит, растворить навеску в отмеренном объеме дистиллированной воды и определить плотность полученного раствора электролита - ρ (г/см³) с помощью пикнометра.

Затем рассчитать расход рабочего раствора электролита - A (мл), исходя из заданной преподавателем концентрации электролита - C (%), по формуле 13

$$A = B \times C / K_{xp}, \text{ мл}, \quad (13)$$

где B - масса глины, г

Готовый рабочий раствор электролита заливают в бюретку. Подбор рационального количества электролита

Приготовленный на предыдущем занятии ишикер перемешивают и затем определяют его вязкость на вискозиметре Энглера в секундах (она соответствует концентрации электролита 0 %). После чего, в шликер добавляют рассчитанный объем рабочего раствора электролита A (мл) из бюретки. Шликер с добавкой электролита перемешивают и определяют его вязкость. Опыт повторяют для каждой концентрации электролита 2...3 раза и результаты экспериментов заносят в табл. 11.

Таблица 11

Изменение времени истечения шликера от концентрации электролита

Вид	Вид							
гли	элек-	Концентрация	0	0,1	0,2	0,3	0,4	и

того сырья	тро-лита	электролита, %								<i>т.д.</i>
		Время истечения, с								
		Среднее времени истечения, с								

После очередного добавления раствора электролита и перемешивания определяют вязкость шликера на вискозиметре Энглера. Затем в тот же шликер добавляют новую порцию электролита и т.д. На основе таких опытов может быть построен примерный график «содержание электролита – вязкость». Однако влажность шликера при этом будет лишь приблизительно постоянной, так как в результатах опыта не принимают во внимание изменение влажности, вызываемое добавлением небольших количеств воды с электролитом, а также за счет потерь материала в ходе многократных переливаний и перемешиваний шликера. Оптимальные параметры шликера (т.е. влажность в сочетании с концентрацией электролита) в данном опыте не могут быть установлены.

Контрольные вопросы

1. Назначение добавок-электролитов в шликерной технологии керамических изделий.
2. Механизм действия добавок-разжижителей в глинистых шликерных массах.
3. Методика подбора оптимального количества и вида электролита для разжижения глин.
4. Определение вязкости шликеров с помощью вискозиметра Энглера.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Цель работы: Изучить способы подготовки глинистого сырья при производстве керамических изделий. Дать заключение о их влиянии на физико-механические свойства керамических изделий.

Приборы, инструменты, материалы: Мерные цилиндры емкостью 100 мл, технические весы по ГОСТ 164-74, вода питьевая по ГОСТ 2874-82, сушильный шкаф по ГОСТ 134-74, штангенциркуль по ГОСТ 166-80, муфельная печь, гидравлический пресс (ГОСТ 8905-82), песок кварцевый крупностью не более 1 мм, глины различных месторождений.

Краткие теоретические сведения

В технологии керамики выделяют три способа подготовки сырьевой массы: полусухой, пластический и шликерный.

Полусухой способ подготовки применяют, если глинистое сырье имеет плотную структуру, посторонние примеси, низкую карьерную влажность, характеризуется как низко пластичное. Если в перерабатываемое сырье по полусухому способу вводятся добавки в количестве до 30 %, то они перерабатываются вместе с глиной. При большем количестве добавок они перерабатываются отдельно с глиной, а затем смешиваются в требуемом соотношении [4].

К преимуществам полусухого способа подготовки сырья относятся: возможность использования сухарных глин, равномерное распределение добавок в приготавливаемой массе, а также обеспечивается хорошее разрушение и измельчение известняковых включений, в большинстве случаев отпадает не-

обходимость длительного вылеживания массы. К недостаткам - необходимость сушки сырья, обязательная установка системы аспирации воздуха в производственных помещениях, приводящие к увеличению энергетических затрат.

Пластический способ применяется, если глинистое сырье рыхлое, влажное, с умеренным содержанием посторонних включений, умеренно- и средне-пластичное, хорошо размокает при увлажнении и легко превращается в однородную массу.

Преимуществом пластического способа подготовки сырья являются: возможность использования глин с влажностью 10–15 %, достижение однородного по плотности сырца, а затем черепка, также обеспечивается высокая морозостойкость изделий. К недостаткам - необходимость длительной сушки отформованных изделий, что связано с энергетическими и материальными затратами, быстрый износ рабочих поверхностей формовочного оборудования.

Шликерный способ применяется, когда изделия изготавливаются из многокомпонентной массы, состоящей из неоднородных и трудноспекающихся глин и добавочных материалов, когда требуется подготовить массу для изготовления керамических изделий сложной формы способом литья [2].

Сущность шликерного способа подготовки состоит в том, что компоненты керамической массы предварительно тонко измельчают мокрым помолом, а затем обезвоживают полученный шликер в сушильном оборудовании до требуемой влажности.

Преимуществом шликерного способа подготовки сырья является достижение особо тщательного перемешивания тонкодисперсных компонентов смеси и обеспечение контакта отдельных зерен, а не их агрегатов даже из загрязненного неоднородного сырья [1]. К недостаткам - длительный цикл подготовки сырья, высокие энергозатраты на работу перерабатывающего и сушильного оборудования.

Порядок выполнения работы

Оценка свойств глинистого сырья для определения рационального способа подготовки

Подгруппа студентов разбивается на три звена. Каждое звено производит оценку свойств представленного ей глинистого сырья, используя методики, изученные в лабораторных работах №1, №2, №3.

Полученные результаты заносят в таблицу 12.

Таблица 12

Определение физико-механических свойств глинистого сырья

№ образца	Вид глинистого сырья	Влажность сырья, %	Формовочная влажность, %	Число пластичности, П	Связующая способность, кгс/см ² (МПа)	Усадка, %			Рекомендуемый способ подготовки
						воздушная	огневая	полная	

По результатам физико-механических испытаний, полученных образцов делают вывод о рациональном способе подготовки сырья.

Контрольные вопросы

1. Назовите способы подготовки глинистого сырья.
2. По каким показателям выбирают способ рациональной подготовки сырьевой массы?
3. Каковы преимущества и недостатки этих способов?
4. Какое механическое оборудование используют при подготовке сырья в каждом способе?
5. Какие виды керамических изделий выпускают с использованием пластического способа подготовки сырья?
6. Какие виды керамических изделий выпускают с использованием шликерного способа подготовки сырья?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

Цель работы: Изучить методы оценки качественных показателей керамического кирпича, определить его марку и дать заключение о возможности использования в строительстве.

Приборы, инструменты, материалы: Образцы керамического кирпича, металлическая линейка, штангенциркуль, угольник, технические весы, сушильный лабораторный шкаф на температуру не ниже +150 °С, гидравлический пресс (ГОСТ 8905-82), приспособление для испытания кирпича на изгиб, песок кварцевый крупностью не более 1 мм, цемент марки ЦЕМ 1, металлическая или стеклянная пластинка размерами 270×150×5 мм, технический картон толщиной 3-5 мм.

Краткие теоретические сведения

Керамический кирпич предназначен для кладки наруж-

ных и внутренних стен и других элементов зданий и сооружений, а также для изготовления стеновых блоков и панелей [10]. Его изготавливают из глинистых и кремнеземистых (трепел, диатомит) пород, лессов, а также вторичных продуктов (отходов угледобычи, шлаков) с минеральными и органическими добавками либо без них. Кирпич изготавливают полнотелым или пустотелым. По размерам (мм) различают кирпич по форматам. Форматы устанавливают в соответствии с ГОСТ 530-2012 относительно первого 1НФ – 250×120×65 [10].

Для оценки качества керамического кирпича в лаборатории определяют следующие его свойства: внешний вид, форму, размеры, предел прочности при сжатии и изгибе, водопоглощение, морозостойкость. Марку кирпича устанавливают по пределу прочности при сжатии и изгибе. По результатам оценки качества керамического кирпича партию маркируют. В маркировке указывают: вид и группу изделия, его марку по прочности, среднюю плотность, морозостойкость и номер нормативного документа (ГОСТа). Например:

КР-р-по(КР-л-по)250x120x65/1НФ/200/2,0/50/ГОСТ530-2012

- кирпич керамический, рядовой (лицевой), полнотелый, размером, формата 1НФ, марки 200, класса средней плотности 2,0, морозостойкостью 50 циклов, изготовленный согласно ГОСТ530-2012 «Кирпич и камни керамические».

Порядок выполнения работы

5.1. Оценка качества керамического кирпича по внешнему виду и размерам

Оценку качества по внешнему виду производят методом случайного отбора из разных мест партии 35 штук кирпича (25 штук камней).

Внешним осмотром устанавливают качество обжига. Светлый цвет кирпича и глухой звук при ударе по кирпичу молоточком указывают на недожог. Пережог характеризуется оплавлением и вспучиванием поверхности. Недожог и пережог являются браком, и дальнейшим испытаниям такой кирпич не подвергают. Одновременно устанавливают процент брака кирпича по внешнему признаку.

После внешнего осмотра определяют отклонение кирпича по длине, ширине и толщине с помощью линейки и угольника.

Отклонения от установленных размеров кирпича не должны превышать: по длине ± 5 мм, по ширине ± 4 мм, по толщине ± 3 мм.

Затем определяют с помощью угольника искривления поверхности и ребер кирпича. Отклонение от перпендикулярности граней не должно превышать ± 3 мм.

На кирпиче не должно быть более двух отбитостей углов глубиной 10-15 мм. Трещины по постели не должны иметь протяженность более 30 мм.

Общее количество кирпичей с отбитостями, превышающими допустимые размеры, и половняка не должно превышать 10 % от общего количества кирпича в партии. Половняком следует считать кирпич, состоящий из парных половинок или имеющий трещины, превышающие допустимые размеры.

По результатам испытаний подсчитывают общее количество брака и все последующие испытания проводят на образцах, прошедших оценку качества по внешним признакам и обмеру.

5.2. Определение класса средней плотности керамического кирпича (ГОСТ 7025)

Для определения средней плотности отбирают пять образцов кирпича, соответствующего требованиям внешнего

вида, и предварительно высушивают до постоянной массы при температуре 105-110 °С.

Образцы после взвешивания с точностью до 1 г измеряют штангенциркулем. Измерение производят три раза по каждой грани кирпича в центре и отступив от краев 5 см. Рассчитывают среднее арифметическое измерений по каждой грани.

Производят расчет средней плотности каждого кирпича по формуле 14

$$\rho_m = m / V, \quad (14)$$

где m - масса высушенного кирпича, кг;

V – объем высушенного кирпича, м³.

Устанавливают класс средней плотности изделий и группу по теплотехническим характеристикам на основании данных таблицы 12 [10], результаты заносят в таблицу 13.

Таблица 12

Группы изделий по теплотехническим характеристикам

Класс средней плотности изделия	Средняя плотность, кг/м ³	Группа изделий по теплотехническим характеристикам
0,7	До 700	Высокой эффективности
0,8	710-800	
1,0	810-1000	Повышенной эффективности
1,2	1010-1200	Эффективные
1,4	1210-1400	Условно-эффективные
2,0	1410-2000	Малоэффективные (обыкновенные)
2,4	2010-2400	

Таблица 13

Результаты определения класса средней плотности
керамического кирпича

Номер образ- ца	Мас са, <i>m</i> , кг	Раз- ме- ры кир пича	Об ъе м, m^3	Средняя плотность отдельного образца, $кг/м^3$	Среднеарифме- тическое значе- ние средней плотности, $кг/м^3$

5.3. Определение водопоглощения кирпича (ГОСТ 7025)

Для определения водопоглощения пять образцов кирпича предварительно высушивают до постоянной массы при температуре 105-110 °С. Образцы после взвешивания с точностью до 1 г укладывают тычком на дно сосуда с водой при температуре 15-20 °С. Уровень воды в сосуде должен быть на 2-10 см выше верха образца. В таком положении их выдерживают 48 ч после чего вынимают, немедленно обтирают влажной мягкой тканью и каждый образец взвешивают. Массу воды, вытекшей из пор на чашку весов, включают в массу насыщенного водой образца [11]. Водопоглощение $W_{ногл}$ в процентах вычисляют как среднее арифметическое трех определений по формуле 15

$$W_{\text{погл}} = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \quad \% \quad (15)$$

где m - масса высушенного образца, г;
 m_1 - масса насыщенного водой образца, г.

Результаты испытаний записывают в табл. 14.

Таблица 14

Результаты определения водопоглощения керамического кирпича

Но- мер об- раз- ца	Масса, г			Водопоглоще- ние отдельного образца, $W_{\text{погл}}, \%$	Среднеарифме- тическое значе- ние водопогло- щения, $W_{\text{погл}}, \%$
	m	m_1	$(m_1 - m)$		

Водопоглощение изделий, высушенных до постоянной массы, должно быть не менее 6 % для кирпича и камней и не более 6 % для клинкерного кирпича.

5.4 Определение предела прочности кирпича при сжатии (ГОСТ 8462. п. 3.2)

Испытанию подвергают десять кирпичей (пять камней), предварительно высушенных при температуре 105-110 °С в течение 4 ч. После высушивания каждый образец разделяют на две равные половинки на станке. Каждую из половинок поверхностями распила в разные стороны склеивают цементным раствором, состоящим из равных частей цемента марки не ниже 400 и песка крупностью не более 1 мм при водоцементном отношении 0,4-0,42. Толщина соединяющего растворного шва и выравнивающих (верхнего и нижнего) слоев должна

быть 3-5 мм. Срок выдержки образцов перед испытанием составляет 3 суток. Образцы из керамического кирпича полусухого прессования испытывают насухо, не производя выравнивания их поверхности цементным тестом. В учебной лаборатории рекомендуется испытывать на сжатие кирпич полусухого прессования после испытания его на изгиб, что допускает ГОСТ 8462-85. п. 2.4 [12]. Перед испытанием измеряют размеры поверхности образцов с точностью до 1 мм и вычисляют верхнюю и нижнюю площадь поперечного сечения образца. Каждый размер определяют, как среднее арифметическое результатов трех измерений: двух измерений параллельных ребер, лежащих в плоскости одной грани, и измерения средней прямой, лежащей между этими ребрами. Испытание производят на гидравлическом прессе. Предел прочности при сжатии ($R_{сж}$), МПа (кгс/см²), отдельного образца определяют с точностью 0,1 МПа по формуле 16

$$R_{сж} = \frac{P}{F}, \text{ МПа} \quad (16)$$

где P - наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н (кгс);

F - площадь поперечного сечения образца, вычисленная как среднее арифметическое значение площадей верхней и нижней его поверхностей, м² (см²).

При определении прочности на сжатие вместо склеивающего цементного раствора допускается использовать технический картон толщиной 3-5 мм. При испытании кирпича толщиной 88 мм результат определения прочности на сжатие умножают на 1,2 с целью пересчета данного показателя на показатель прочности нормального кирпича толщиной 65 мм. Результаты испытаний заносят в табл.15.

Таблица 15

Результаты определения прочности кирпича при сжатии

Но- мер об- разца	Площадь попереч- ного сече- ния верх- ней по- верхно- сти, F_1 , $\text{м}^2 (\text{см}^2)$	Площадь попереч- ного сече- ния ниж- ней по- верхно- сти, F_2 , $\text{м}^2 (\text{см}^2)$	Площадь попереч- ного се- чения об- разца, $F=0,5(F_1$ $+F_2)$, м^2 (см^2)	Наи- боль- шая на- груз- ка, Р, Н (кгс)	Предел прочно- сти при сжатии, МПа (кгс/ см^2)		
					$R_{сж}$	$R_{сж}^{на}$ <i>им</i>	$R_{сж}^{наи}$ <i>б</i>

Если предел прочности при сжатии отдельного образца более чем на 40 % превышает среднее значение предела прочности всех образцов, то этот результат не учитывают и среднее арифметическое рассчитывают уже без его учета.

5.5. Определение предела прочности при изгибе (ГОСТ 8462. п. 3.3.)

Для испытания отбирают пять образцов кирпича, прошедших контроль по внешнему виду и размерам. Постели кирпичей в местах опирания и приложения нагрузки выравнивают слоем цементного раствора толщиной не более 3 мм и шириной 25-30 мм (рис. 8).

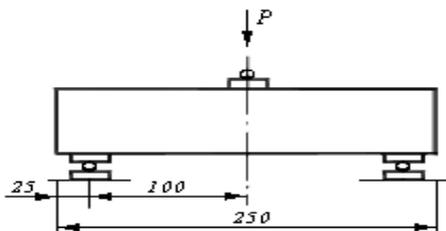


Рис. 8. Схема испытания [12]

Состав раствора, сроки выдержки перед испытанием образцов аналогичны составу и срокам при испытании на сжатие. Допускается места приложения нагрузки выравнять шлифованием (без нанесения раствора). Образцы из пустотелого кирпича с несвязными пустотами испытывают, располагая их в растянутой зоне. При проведении испытаний необходимо иметь специальное приспособление, состоящее из одного верхнего и двух нижних катков, расположенных на расстоянии 20 см [12].

Предел прочности при изгибе, МПа (кгс/см²), образца вычисляют с точностью до 0,05 МПа по формуле 17

$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2}, \quad (17)$$

где P - наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н (кгс);

ℓ - расстояние между осями опор, м (см);

b - ширина образца, м (см);

h - высота образца, м (см).

Величину предела прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое результатов пяти определений. По-

лученные при испытании результаты записывают в табл. 16.

Таблица 16

Результаты определения прочности кирпича при изгибе

Но- мер об- разца	Размеры, м (см)			Разру- шаю- щая нагруз- ка, Р, Н(кгс)	Предел прочности отдельного образца, $R_{изг}$, МПа (кгс/см ²)	Среднее значе- ние, $R_{изг}$, МПа (кгс/см ²)	Наимень- шее значе- ние, $R_{изг}^{наим}$, МПа (кгс/см ²)
	h	ℓ	b				

При вычислении среднего предела прочности при изгибе не учитывают те результаты, которые имеют отклонения от среднего значения предела прочности всех образцов более чем на $\pm 50\%$ и не более чем по одному образцу в каждую сторону.

5.6. Определение марки керамического кирпича

Марка кирпича устанавливается по средней и наименьшей величине предела прочности при сжатии и изгибе в соответствии с данными табл. 17.

По полученным результатам устанавливают марку испытанного керамического кирпича.

Таблица 17

Средние значения показателей прочности керамического кирпича и камней в зависимости от марки

Марка кирпича и камней	Предел прочности, МПа (среднее значение для пяти образцов)			
	При сжатии	При изгибе		
	Для всех видов кирпича и камней	Для полнотелого кирпича	Для полнотелого кирпича полусухого прессования и пустотелого кирпича пластического формования	Для утолщенного кирпича
300	30,0 (25)	4,4 (2,2)	3,4 (1,7)	2,9 (1,5)
250	20,0 (20)	3,9 (2,0)	2,9 (1,5)	2,5 (3,0)
200	20,0 (17,5)	3,4 (1,7)	2,5 (1,3)	2,3 (1,1)
175	17,5 (15,0)	3,1 (1,5)	2,3 (1,1)	2,1 (1,0)
150	15,0 (12,5)	2,8 (1,4)	2,1 (1,0)	1,8 (0,9)
125	12,5 (10,0)	2,5 (1,2)	1,9 (0,9)	1,6 (0,8)
100	10,0 (7,5)	2,2 (1,1)	1,6 (1,8)	1,4 (0,7)

Примечание: в скобках приведены наименьшие показатели для отдельных образцов.

Контрольные вопросы

1. Что служит сырьем для производства керамического кирпича?
2. Как классифицируется керамический кирпич по геометрическим размерам?
3. Какие показатели качества керамического кирпича учитываются при его маркировке?
4. Как производится оценка качества керамического

кирпича по внешним признакам?

5. Какие отклонения в размерах кирпича допускаются при оценке его качества по обмеру?

6. Как определяется класс кирпича по средней плотности?

6. Как определяется показатель водопоглощения кирпича?

7. Какая величина водопоглощения допускается кирпича и почему?

8. Опишите методику определения прочности кирпича при сжатии.

9. Опишите методику определения прочности кирпича при изгибе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТОК РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Цель работы: Изучить методы оценки качественных показателей керамических глазурованных (ГОСТ 27180-2001) и неглазурованных плиток для пола (ГОСТ 6787-2001), внутренней облицовки стен (ГОСТ 6141-91) и отделки фасадов зданий (ГОСТ 13996-93).

Приборы, инструменты, материалы: Штангенциркуль по ГОСТ166-80, угольник поверочный по ГОСТ 3719-77, щупы по ГОСТ 882-75, шаблоны радиусные по ГОСТ 4126-82, металлическая линейка по ГОСТ 427-75, технические весы по ГОСТ 164-74, сушильный шкаф по ГОСТ 134-74, плита электрическая по ГОСТу 14919-83, сосуд для кипячения с металлической сеткой, вода питьевая по ГОСТу 2874-82, мягкая ткань или губка, гидравлический пресс по ГОСТ 8905-82, опоры с радиусом закругления 10 мм, прокладки из резины,

прибор ЛКИ-3, корунд синтетический по ГОСТ 22551-77, раствор органического красителя (чернил), шкала Мооса, образцы керамических плиток различного назначения.

Краткие теоретические сведения

Керамические глазурованные плитки для внутренней облицовки стен зданий выпускаются квадратными, прямоугольными и фигурными пятидесяти типов и размеров. Декорирование плиток производят методом шелкографии, набрызгивания, полива глазурью. Глазурные покрытия могут быть блестящими или матовыми, прозрачными или заглашенными, одноцветными или декорированными многоцветными рисунками [2].

Керамические плитки для пола выпускают глазурованными и неглазурованными с гладкой или рельефной поверхностью. По форме их выпускают квадратными, прямоугольными, шести-, восьмигранными и фигурными более тридцати типов и размеров. Неглазурованные плитки и ковры из них предназначаются для устройства полов внутри помещений жилых, общественных и промышленных зданий, а также для настила полов на лоджиях и балконах. Глазурованные плитки для полов предназначены для использования внутри помещений жилых, общественных зданий и бытовых помещений промышленных предприятий в местах неинтенсивного движения.

Плитки керамические фасадные и ковры из них применяют для облицовки наружных стен кирпичных зданий, наружных поверхностей железобетонных стеновых панелей, цоколей зданий, лоджий, фризов, обрамления дверных и оконных проемов, для облицовки подземных переходов. Такие плитки производят квадратными и прямоугольными. Лицевая поверхность плиток может быть одноцветной или многоцветной, полностью или частично покрытой прозрачной или глу-

хой глазурью различных цветов.

Для оценки качественных показателей керамических плиток различного назначения устанавливает следующие виды испытаний: контроль внешнего вида, линейных размеров и правильности формы; определение водопоглощения, предела прочности при изгибе, износостойкости плиток для полов, термической стойкости, твердости лицевой поверхности по шкале Мооса.

Требования по физико-механическим показателя предьявляемые к различным видам плитки по ГОСТ представлены в таблице 18 [13,14,15].

Таблица 18

Требования по физико-механическим показателям
предъявляемые к различным видам плитки по ГОСТ

Физико-механические показатели	Назначение вида плитки				
	ГОСТ 6141-91	ГОСТ 13996-93		ГОСТ 6787-2001	
	Внутренней облицовки	Отделки фасадов		Для полов	
		стен	цоколей	неглазуванная	глазуванная
Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	15	16	18	28 (толщиной до 9 мм), 25 (толщиной более 9 мм)	25
Водопоглощение, %	не более 16	не менее 2, не более 9	не менее 2, не более 5	не более 3,5	не более 4,5
Твердость глазури по Моосу	5	5	5	-	5
Термическая стойкость глазури, С	150	125	50	-	125
Морозостойкость, не менее	-	40	50	25	-

Порядок выполнения работы

6.1. Контроль внешнего вида, линейных размеров и правильности формы (ГОСТ 27180)

Сплошной контроль внешнего вида плиток осуществляют визуально на расстоянии 1 м от глаза наблюдателя при рассеянном искусственном свете при освещенности от 300 до 400 лк. Приемный контроль осуществляют при этих же условиях с укладкой плиток на щите площадью не менее 1 м, расположенном под углом $(45 \pm 3)^\circ$, с шириной зазора между плитками до 3 мм.

Наличие невидимых трещин определяют на слух путем простукивания плиток деревянным или металлическим молотком массой 0,25 кг. При контроле цвета (оттенка) плитки укладывают на щите попеременно с образцами-эталоном. Осмотр проводят с расстояния 1 м при дневном свете. В результате контроля цвета (оттенка) регистрируют видимое расхождение между контролируемыми плитками и образцами-эталоном. При внешнем осмотре плиток контролируют наличие на лицевой поверхности отбитостей, зазубрин на ребрах, плешин, пятен, мушек, наколов, пузырей, посечек, волнистости и углублений глазури, нарушения декора.

Общее число допустимых дефектов на одной плитке должно быть: для плиток внутренней облицовки стен - не более двух (первый сорт) и не более трех (второй сорт), для плиток полов и фасадов - не более трех.

В дальнейшем от партии плиток, проверенных и признанных годными по внешнему виду, отбирают образцы плиток для оценки размеров и форм в количестве 25 шт. Измерение плиток проводят штангенциркулем с погрешностью не более 0,1 мм. Отклонения размеров, полученных при измерении плиток, от эталонных не должны превышать допустимых отклонений, указанных в стандартах на изделия конкретных

видов. Так, разница между наибольшим и наименьшим размерами плиток одной партии по длине и ширине не должна превышать 1,5 мм (плитки для полов и фасадов) и 0,5 мм (плитка для внутренней облицовки стен).

Отклонения от формы по косоугольности (отклонение от прямоугольности) не должны превышать:

- для плиток для пола и фасадных - 0,5 мм;
- для плиток внутренней облицовки - 0,5 мм при длине до 150 мм и 1,0 мм при длине свыше 150 мм.

Искривление лицевой поверхности (отклонение от плоскости) не должно превышать:

- для плиток для пола 0,5 мм;
- для плиток фасадных размером до 48 мм 0,5 мм, размером от 48 мм до 150 мм 1,0 мм и для плиток размером более 250 мм 2,0 мм;
- для плиток внутренней облицовки стен 0,8 мм для первого сорта и 1,1 мм для второго сорта.

Если при проверке размеров и формы отобранных из партии плиток выявится одна плитка, не соответствующая вышеперечисленным требованиям, то партию принимают, а если две или более плиток, то партия приемке не подлежит.

Все последующие испытания проводят на плитках, прошедших оценку качества по внешнему виду, размерам и правильности формы.

6.2. Определение водопоглощения (ГОСТ 27180)

Испытания проводят на целых плитках или на отколотых частях любой формы (массой не менее 50 г). Для определения водопоглощения 3 образца плиток для внутренней облицовки стен и 5 образцов плиток для полов и фасадов высушивают до постоянной массы при температуре (110 ± 5) °С, охлаждают и взвешивают с точностью до 0,01 г. Затем образцы помещают на сетчатую подставку, опускают в сосуд с во-

дой и кипятят 3 ч. В процессе кипячения воду доливают, следя, чтобы образцы оставались покрытыми водой. После кипячения образцы оставляют в воде на 24 часа для охлаждения, затем вынимают, вытирают влажной тканью и взвешивают с точностью $\pm 0,01$ г. Водопоглощение (W) в процентах вычисляют по формуле 16

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \quad (16)$$

где m - масса высушенного образца, г;

m_1 - масса образца после кипячения, г.

При ускоренном определении водопоглощения плиток допускается проводить насыщение образцов водой путем кипячения в течение 1 ч для плиток внутренней облицовки стен и полов, 30 мин для плиток фасадных.

Результаты определения водопоглощения заносят в табл. 19.

Таблица 19

Результаты определения водопоглощения плиток

Номер образца	Масса, г			Водопоглощение отдельного образца, W , %	Среднеарифметическое значение водопоглощения, W , %
	m	m_1	$(m_1 - m)$		

Водопоглощение плиток для внутренней облицовки стен не должно превышать 16 %; плиток для полов 3,5...3,8 % и плиток фасадных 7...9 %.

6.3. Определение предела прочности при изгибе (ГОСТ 27180)

Для испытания отбирают 5 образцов плиток, прошедших контроль по внешнему виду, размерам и форме. Высушенные образцы плиток устанавливают лицевой поверхностью вверх на две опоры с резиновыми прокладками и в середине образца прикладывают нагрузку через нажимную кромку с резиновой прокладкой (рис. 9).

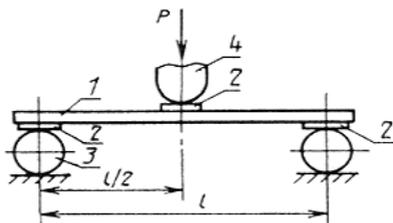


Рис. 9- Схема испытания плитки на изгиб: 1 –плитка; 2 – резиновая прокладка; 3–опора; 4–нажимная кромка [16]

При этом образцы располагают перпендикулярно направлению рифления монтажной поверхности. Опоры и нажимная кромка должны быть несколько длиннее ширины испытываемого образца и иметь радиус закругления 10 мм. Расстояние между нижними опорами выбирают в зависимости от размеров образца и регулируют в пределах от 80 до 90 % его длины.

Предел прочности при изгибе $R_{изг}$, МПа (кгс/см²), вычисляют с погрешностью $\pm 2\%$ по формуле 17

$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2}, \quad (17)$$

где P – нагрузка в момент разрушения образца, Н (кгс);
 l – расстояние между опорами, м (см);
 b – ширина образца, м (см);
 h – наименьшая толщина образца без рифлений в месте излома, м (см).

Предел прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний пяти образцов. Полученные при испытании результаты записываются в табл. 20.

Таблица 20

Результаты определения предела прочности при изгибе керамических плиток

Но- мер об- раз- ца	Размеры, м (см)			Разру- шающая нагрузка, P , Н (кгс)	Прочность при изгибе отдельного образца, $R_{изг}$, МПа	Среднее арифме- тическое значе- ние прочности при изгибе, $R_{изг}$, МПа
	h	l	b			

Предел прочности при изгибе плиток для полов должен быть не менее 25 МПа для покрытых глазурью и 28 для не глазурованных; фасадных плиток – не менее 16 МПа для стен и 18 МПа для цоколя; плиток внутренней облицовки стен - не менее 15 МПа.

6.4. Определение износостойкости неглазурованных плиток для полов (ГОСТ 27180. п. 7)

Для испытания отбирают 5 плиток и изготавливают из них выпиливанием квадратные образцы со сторонами (70 ± 1) мм или (50 ± 1) мм. Образцы высушивают до постоянной массы при температуре (110 ± 5) °С. Высушенные образцы взвешивают с погрешностью не более 0,01 г, измеряют их длину и ширину. Затем по одному образцу помещают в держатель

прибора ЛКИ-3 (лабораторный круг истирания), лицевой поверхностью к шлифовальному диску и нагружают давлением 0,06 МПа. На шлифовальную дорожку равномерно насыпают слой абразивного материала, в качестве которого используют корунд синтетический с зёрнами размером от 0,2 до 0,16 мм по ГОСТ 22028-76 или кварцевый песок по ГОСТ 22551-77 двух фракций: от 0,5 до 0,25 мм и от 0,25 до 0,16 мм. По массе обе фракции песка составляют 50 %. Количество абразивного материала составляет 0,4 г на 1 см² поверхности образца. Шлифовальный диск включают на 1 мин. После 30 оборотов диска машину выключают, образец вынимают, счищают с него пыль, взвешивают с точностью до 0,01 г.

Затем испытуемый образец поворачивают в держателе на 90° и снова шлифуют с новой порцией абразивного материала. Этот процесс повторяют четыре раза, каждый раз поворачивая образец на 90°. Если расхождение между наименьшей и наибольшей потерями массы после отдельных циклов меньше 3 % общей потери массы за четыре цикла, то испытание считают завершённым. Если это расхождение больше, то испытание продолжают тем же способом и проводят 12 циклов шлифования на тех же образцах. Износостойкость (O), г/см², вычисляют по формулам 18, 19

$$O = \frac{3m_4}{F} \quad \text{или} \quad O = \frac{m_{12}}{F}, \quad (18, 19)$$

где m_4 – суммарная потеря массы после 4 циклов, г;

m_{12} – суммарная потеря массы после 12 циклов, г;

F – площадь поверхности шлифованного образца, см².

Износостойкость неглазурованных плиток для полов должна быть при применении в качестве абразивного материала кварцевого песка не более 0,19 г/см², корундового порошка

– не более 0,54 г/см².

6.5. Определение термической стойкости (ГОСТ 27180-86)

Перед испытанием высушивают до постоянной массы 3 плитки для внутренней облицовки и 5 плиток для полов и фасадов зданий. Затем плитки устанавливают в нагретый сушильный шкаф. При температуре 100 °С (для глазурованных фасадных плиток), 125 °С (для глазурованных плиток для полов и внутренней облицовки стен, покрытых цветной глазурью) или 150 °С (для плиток внутренней облицовки стен, покрытых белой глазурью) образцы выдерживают в течение 20 мин (плитки фасадные и для полов) и 30 мин (плитки внутренней облицовки стен).

После выдержки плитки вынимают из шкафа и сразу опускают в сосуд с проточной водой, температура которой составляет + 15 - 20 °С.

После охлаждения плитки вынимают из воды и на их глазурованную поверхность наносят несколько капель органического красителя (чернил), протирают образцы мягкой тканью.

Плитки считают термически прочными (стойкими), если в результате однократного испытания не будет обнаружено повреждения их глазурованной поверхности.

6.6. Определение твердости лицевой поверхности по Моосу (ГОСТ 27180. п.13)

Твердость лицевой поверхности плиток контролируют с помощью пробных минералов различной твердости в соответствии со шкалой Мооса. Твердость лицевой поверхности образца соответствует твердости того пробного минерала, который предшествует минералу, повреждающему поверхность

образца. Твердость глазурного покрытия для керамических плиток различного назначения должна быть не менее 5.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют керамические плитки по назначению?
2. Перечислите области применения керамических плиток.
3. По каким общим показателям оценивают качество керамических плиток?
4. Как производят оценку качества керамических плиток по внешнему виду, линейным размерам и правильности формы?
5. Какие отклонения в размерах различных керамических плиток допускаются при оценке их качества по обмеру?
6. Опишите методику определения показателя водопоглощения керамических плиток.
7. Как определяют прочность керамических плиток при изгибе?
8. Как определяют износостойкость неглазурованных керамических плиток для полов?
9. Опишите методику определения термической стойкости керамических плиток.
10. Как определяют твердость лицевой поверхности плиток?

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ»

Дисциплина «Технология строительной керамики» направлена на овладение студентом знаний об основных свойствах сырьевых материалов, применяемых в производстве керамических изделий, умение выбирать рациональные способы подготовки, формования, сушки, обжига полуфабрикатов, изучение методов оценки нормативных показателей качества готовых изделий.

Изучение дисциплины предусматривает лекционный курс, выполнение лабораторных работ, курсовое проектирование и самостоятельную работу студента. В лекционном курсе рассматриваются наиболее важные темы. Выполнение лабораторных работ позволяет закрепить и расширить полученные теоретические знания на практике. Самостоятельная работа является обязательной формой изучения дисциплины, так как позволяет студенту овладеть необходимым объемом знаний по дисциплине и подготовиться к сдаче зачета и экзамена.

Данный раздел направлен на оптимизацию процесса самостоятельного изучения дисциплины. Основным методом этой работы является изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы, других источниками информации, а также подготовка к лабораторным занятиям, зачету и экзамену.

Самостоятельное изучение дисциплины «Технология строительной керамики» рекомендуется выполнять в представленной последовательности блоков.

Блок 1. Введение. Сырьевые материалы для производства строительной керамики.

В данном блоке изучается история возникновения и развития керамики. Классификация сырьевых материалов в производстве керамики. Пластичные и непластичные материалы, их химический, минералогический и гранулометрический состав, свойства. Примеси в сырье.

Блок 2. Способы подготовки сырья и полуфабрикатов. Формование.

В данном блоке рассматриваются способы подготовки сырья. Взаимодействие глины с водой. Оборудование для подготовки глинистого сырья.

Блок 3. Сушка и обжиг сырья и изделий. Сушильные агрегаты.

В данном блоке изучается сушка керамического сырья и изделий. Сушильные агрегаты. Обжиг. Физические и химические процессы, происходящие при обжиге. Спекание. Печи для обжига.

Блок 4. Технология производства изделий грубой строительной керамики. Классификация. Стеновая керамика. Технология производства стеновой керамики. Технология кровельных керамических материалов и труб.

В данном блоке изучается классификация стеновых керамических материалов. Требования к сырьевым материалам. Пластическая подготовка шихты и пластическое формование кирпича и камней. Полусухой способ подготовки шихты и полусухое прессование. Сушка и обжиг кирпича. Сушильные агрегаты. Печи для обжига кирпича. Классификация черепицы и технические требования к ней. Сырьевые материалы для производства черепицы. Технология производства черепицы. Классификация и технические требования к дренажным трубам. Сырьевые материалы для производства дренажных труб. Технология производства дренажных труб. Классификация и технические требования к канализационным трубам. Сырьевые материалы для производства канализационных труб. Технология производства канализационных труб.

Блок 5. Технология производства тонкой строительной керамики.

В данном блоке изучается состав, технические требования и технология фарфора, фаянса, майолики. Технология керамической плитки. Технология производства санитарно-технических изделий.

Блок 6. Технология производства теплоизоляционной керамики. Пористые заполнители. Пористые изделия. Технология пористой керамики

В данном блоке рассматривается классификация пористых керамических материалов. Сырьевые материалы. Основы технологии. Классификация искусственных пористых заполнителей. Технические требования к искусственным пористым заполнителям. Требования к сырью для производства керамзита. Основные способы формования керамзита. Технология производства керамзитового гравия. Процессы, происходящие при обжиге керамзита во вращающейся печи. Технические требования к перлиту. Технология производства перлита. Технические требования к вермикулиту. Технология. Технические требования к аглопориту. Технология производства аглопорита. Изразцы. Технология пено- и газокерамики. Сырье. Технические требования. Применение.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студент должен освоить необходимый теоретический материал по данной тематике, изучить порядок и методику выполнения работы, законспектировать ее в тетради. После выполнения рабочего задания, студент вносит в таблицы полученные экспериментальные результаты, строит графические зависимости и делает заключение по проведенной работе.

Для сдачи зачета (экзамена) необходимо освоить материал не только лекционных и лабораторных занятий, но и рекомендованную учебную литературу, представленную в библиографическом списке. Так же необходимо привлекать иные информационные ресурсы (журналы, интернет-источники).

При подготовке к сдаче зачета (экзамена) необходимо изучить ответы на следующие вопросы.

1. Классификация керамических изделия.
2. Классификация сырьевых материалов.
3. Влияние минералогического состава на свойства глинистого сырья.
4. Свойства глин: гранулометрический состав, пластичность, связующая способность.
5. Способы подготовки сырья.
6. Способы подготовки формовочных масс.
7. Способы формования.
8. Процессы при сушке в керамических изделиях. Режим сушки. Причины дефектов в изделиях.
9. Химические и физические процессы при обжиге.
10. Стеновые керамические материалы. Классификация технические требования.
11. Технология производства стеновых керамических материалов.
12. Технология производства черепицы. Сырье. Технические требования.
13. Технология производства керамических дренажных труб. Сырье. Технические требования.
14. Керамическая плитка. Классификация. Сырье.
15. Облицовочная плитка. Технология производства.
16. Фасадная плитка. Технология производства. Сырье. Технические требования.
17. Плитка для пола. Технология производства. Сырье. Технические требования.
18. Разновидности керамических покрытий. (Глазурь, ангоб, раскраска). Классификация. Назначение.
19. Классификация глазурей. Классификация. Сырье. Свойства.
20. Технология производства глазурей, ангоба.

21. Способы нанесения покрытия керамических изделий (глазурь, ангоб, раскраска).
22. Фарфор, фаянс, майолика. Классификация. Основные признаки.
23. Санитарно-технический фарфор и фаянс. Сырье. Технические требования.
24. Санитарно-технический фарфор и фаянс. Технология производства.
25. Фарфор хозяйственно-бытового назначения. Сырье. Технические требования.
26. Технология производства фарфора хозяйственно-бытового назначения.
27. Классификация пористых керамических изделий.
28. Печные изразцы. Сырьевые материалы. Технические требования. Технология.
29. Керамзит. Технические требования, сырье, добавки.
30. Способы производства керамзитового гравия.
31. Сушка и обжиг керамзита. Вспучивание. Агрегаты для обжига керамзита.
32. Образование газовой фазы при производстве керамзита.
33. Процессы, протекающие при обжиге керамзита во вращающейся печи.
34. Пористые заполнители из водосодержащих стекол. Перлит, вермикулит. Технические требования, сырьевые материалы.
35. Технология производства пористых заполнителей из водосодержащих стекол.
36. Аглопорит. Сырье. Способы формования гранул.
37. Агломерационная машина. Процессы, происходящие при обжиге.
38. Пористая керамика. Классификация. Назначение. Сырье. Технические требования.
39. Пористая керамика технология производства.

Уровень своей подготовки студент может оценить самостоятельно ответив на тестовое задание.

Все задания имеют 3 варианта ответов, из которых правильный только один. Номер выбранного вами ответа обведите кружочком в бланке для ответов

Тест-билет № 1

1. Основным сырьем для производства керамики является:

- а) глины и воздушная строительная известь;
- б) глины и цемент;
- в) глины и добавки.

2. Одним из основных глинистых минералов является:

- а) каолинит;
- б) кальцит;
- в) кварц.

3. Подготовку сырья и изготовление керамического кирпича осуществляют следующими способами:

- а) литьем и виброформованием;
- б) прокатом и штампованием;
- в) пластическим и полусухим прессованием.

4. Керамический кирпич формата Н1 имеет геометрические размеры:

- а) 250x120x65мм;
- б) 250x120x88 мм;
- в) 250x150x88 мм.

5. Кварцевый песок в керамической промышленности используется:

- а) как отошающая добавка;
- б) как пластифицирующая добавка;
- в) как выгорающая добавка.

6. Тип структурного пакета минералов группы каолинита:

- а) Трехслойный – два тетраэдрических и между ними один октаэдрический слой, обозначают 2 : 1;
- б) Двухслойный – один тетраэдрический и один октаэдрический слой, обозначают 1 : 1;
- в) Четырехслойный – двухслойные пакеты чередуются со слоями бруссита или гиббсита, обозначаются 2 : 1 : 1).

7. Добавки ПАВ при введении в глинистые шликеры:

- а) улучшают смачивание;
- б) увеличивают количество свободной воды;
- в) интенсифицируют распад слипшихся глинистых частиц на элементарные зерна.

8. При производстве керамической черепицы используют глинистое сырье:

- а) легкоплакое;
- б) тугоплавкое;
- в) огнеупорное.

9. Формование гранул керамзита может производиться в:

- а) бегунах;
- б) дырчатых вальцах;
- в) глинорезке.

10. Обжиг санитарно-технических изделий производят с выдержкой при максимальной температуре:

- а) 573 С°;
- б) 1000 С°;
- в) 1250 С°.

11. Какая среда в печи при обжиге керамических изделий позволяет снизить максимальную температуру выдержки:

- а) окислительная;
- б) нейтральная;
- в) восстановительная.

12. Какие из приведенных сырьевых материалов являются типичными при производстве глазури:

- а) каолинит, кварц, доломит, полевой шпат;
- б) суглинок, бентонит, кальцит, галлузит;
- в) монтмориллонит, глинозем, бой изделий, три полифосфат натрия.

13. Для производства классической майолики используют:

- а) чистое техническое сырье;
- б) природно-окрашенные глины;
- в) бело-жгущиеся глины.

14. Удельный обжиг производят при изготовлении керамической плитки с целью:

- а) для разлива и закрепления глазури на поверхности изделий;
- б) придания заготовке прочности и неразмокаемости для последующего глазурования;
- в) для удаления химически связанной воды из изделий.

15. Шелкография это метод:

- а) подготовки сырьевых материалов;
- б) формования сырца;
- в) декорирования изделий.

16. Влажность шихты при полусухом способе массоподготовки составляет:

- а) 6-8 %;
- б) 18-24 %;
- в) 14-16 %.

17. К свойствам затвердевшего глазурного покрытия относятся:

- а) коэффициент Пуассона;
- б) предел прочности при сжатии;
- в) предел прочности при изгибе.

18. Температура плавления огнеупорного глинистого сырья составляет:

- а) более 1580 С°; б) 1100 С°;
- в) более 1350 С°.

19. Какое влияние оказывают слюды на связующую способность глинистого сырья:

- а) улучшают;
- б) понижают;
- в) не оказывают влияния.

20. Количество воды, необходимое для получения теста нормальной формовочной влажности для каолинов составляет:

- а) 28-35 %;
- б) 35-45 %;
- в) 15-25 %.

21. Под связующей способностью глин принято понимать их свойство связывать компоненты:

- а) непластичные;
- б) пластичные;
- в) твердые.

22. Первоначально качество керамического лицевого кирпича оценивают:

- а) по внешнему виду;
- б) по водопоглощению;
- в) по усадочным деформациям.

23. Коэффициент термического линейного расширения глазури должен быть относительно коэффициента термического линейного расширения черепка:

- а) немного больше;
- б) меньше;
- в) значительно больше.

24. Обжиг красок на керамических изделиях с различной температурой обжига проводят начиная:

- а) с большей;
- б) с меньшей;
- в) со средней.

Тест-билет № 2

1. Формование гранул керамзита может производиться в:

- а) бегунах;
- б) лентосном прессе;
- в) глинорезке.

2. Какую роль выполняют добавки ПАВ при введении в глинистые шликеры:

- а) улучшают смачивание;
- б) увеличивают количество свободной воды;
- в) интенсифицируют распад слипшихся глинистых частиц на элементарные зерна

3. Обжиг санитарно-технических изделий производят с выдержкой при максимальной температуре:

- а) 573 С°;
- б) 1000 С°;
- в) 1250 С°.

4. Одним из основных глинистых минералов является:

- а) каолинит;
- б) кальцит;
- в) кварц.

5. Монтмориллонит в керамической промышленности используется:

- а) как отошающая добавка;
- б) как пластифицирующая добавка;
- в) как выгорающая добавка.

6. Укажите тип структурного пакета минералов группы каолинита:

- а) Трехслойные – два тетраэдрических и между ними один октаэдрический слой, обозначают 2 : 1;
- б) Двухслойные – один тетраэдрический и один октаэдрический слой, обозначают 1 : 1;
- в) Четырехслойные – двухслойные пакеты чередуются со слоями бруссита или гиббсита, обозначаются 2 : 1 : 1).

7. Керамический кирпич формата Н1 имеет геометрические размеры:

- а) 250x120x65мм;
- б) 250x120x88 мм;
- в) 250x150x88 мм.

8. Для производства классической майолики используют:

- а) чистое техническое сырье;
- б) природно-окрашенные глины;
- в) бело-жгущиеся глины.

9. Влажность шихты при полусухом способе массоподготовки составляет:

- а) 6-8 %;
- б) 18-24 %;
- в) 14-16 %.

10. Подготовку сырья и изготовление керамического кирпича осуществляют следующими способами:

- а) литьем и виброформованием;
- б) прокатом и штампованием;
- в) пластическим и полусухим прессованием.

11. Какая среда в печи при обжиге керамических изделий позволяет снизить максимальную температуру выдержки:

- а) окислительная;
- б) нейтральная;
- в) восстановительная.

12. Какие из приведенных сырьевых материалов являются типичными при производстве глазури:

- а) каолинит, кварц, доломит, полевой шпат;
- б) суглинок, бентонит, кальцит, галлузит;
- в) монтмориллонит, глинозем, бой изделий, три полифосфат натрия.

13. При производстве керамической черепицы используют глинистое сырье:

- а) легкоплавкое;
- б) тугоплавкое;
- в) огнеупорное.

14. Удельный обжиг производят при изготовлении керамической плитки с целью:

- а) для разлива и закрепления глазури на поверхности изделий;
- б) придания заготовке прочности и неразмокаемости для последующего глазурования;
- в) для удаления химически связанной воды из изделий.

15. Шелкография это метод:

- а) подготовки сырьевых материалов;
- б) формования сырца;
- в) декорирования изделий.

16. Формование гранул керамзита может производиться в:

- а) бегунах;
- б) дырчатых вальцах;
- в) глинорезке.

17. К свойствам затвердевшего глазурного покрытия относятся:

- а) коэффициент Пуассона;
- б) предел прочности при сжатии;
- в) предел прочности при изгибе.

18. Температура плавления огнеупорного глинистого сырья составляет:

- а) более 1580 С°;
- б) 1100 С°;
- в) более 1350 С°.

19. Что является основным сырьем для производства керамики:

- а) глины и воздушная строительная известь;
- б) глины и цемент;
- в) глины и добавки.

20. Количество воды, необходимое для получения теста нормальной формовочной влажности для каолинов составляет:

- а) 28-35 %;
- б) 35-45 %;
- в) 15-25 %.

21. Какое влияние оказывают слюды на связующую способность глинистого сырья:

- а) улучшают;
- б) понижают;
- в) не оказывают влияния.

22. Первоначально качество керамического лицевого кирпича оценивают:

- а) по внешнему виду;
- б) по водопоглощению;
- в) по усадочным деформациям.

23. Коэффициент термического линейного расширения глазури должен быть относительно коэффициента термического линейного расширения черепка:

- а) немного больше;
- б) меньше;
- в) значительно больше.

24. Под связующей способностью глин принято понимать их свойство связывать компоненты:

- а) непластичные;
- б) пластичные;
- в) твердые.

Тест-билет № 3

1. В качестве сырья для производства керамзита рекомендуется применять:

- а) глинистое сырье, содержащие до 10 % Fe_2O_3 ;
- б) глинистое сырье, содержащие до 10 % Al_2O_3 ;
- в) глинистое сырье, содержащие до 10 % SiO_2 .

2. Какую роль выполняют добавки электролиты при введении в глинистые шликеры:

- а) улучшают смачивание;
- б) увеличивают количество свободной воды;
- в) интенсифицируют распад слипшихся глинистых частиц на элементарные зерна

3. При какой температуре в процессе обжига керамики может происходить увеличение объема изделий в результате полиморфных переходов кварца:

- а) 573 С°;
- б) 1000 С°;
- в) 1250 С°.

4. Основным беложгущимся глинистым минералом является:

- а) каолинит;
- б) кальцит;
- в) кварц.

5. Монтмориллонит в керамической промышленности используется:

- а) как отошающая добавка;
- б) как пластифицирующая добавка;
- в) как выгорающая добавка.

6. Укажите тип структурного пакета минералов группы галлуазита:

- а) Трехслойные – два тетраэдрических и между ними один октаэдрический слой, обозначают 2 : 1;
- б) Двухслойные – один тетраэдрический и один октаэдрический слой, обозначают 1: 1;
- в) Четырехслойные – двухслойные пакеты чередуются со слоями бруссита или гиббсита, обозначаются 2 : 1 : 1).

7. Керамический кирпич формата НФ 1,4 имеет геометрические размеры:

- а) 250x120x65мм;
- б) 250x120x88 мм;
- в) 250x150x88 мм.

8. Для производства классической майолики используют:

- а) чистое техническое сырье;
- б) природно-окрашенные глины;
- в) бело-жгущиеся глины.

9. Влажность шихты при пластическом способе массоподготовки составляет:

- а) 6-8 %;
- б) 18-24 %;
- в) 14-16 %.

10. Подготовку сырья и изготовление керамической облицовочной плитки осуществляют следующими способами:

- а) шликерной массоподготовкой и литьем;
- б) прокатом и штампованием;
- в) пластическим и полусухим прессованием.

11. Какая среда в печи при обжиге керамических изделий позволяет снизить максимальную температуру выдержки:

- а) окислительная;
- б) нейтральная;
- в) восстановительная.

12. Какие из приведенных сырьевых материалов являются типичными при производстве санитарно-технических изделий:

- а) каолинит, кварц, полевой шпат, бой изделий, три полифосфат натрия;
- б) суглинок, бентонит, кальцит, галлуазит;
- в) монтмориллонит, глинозем, доломит, три полифосфат натрия.

13. При производстве керамических канализационных труб используют глинистое сырье:

- а) легкоплавкое;
- б) тугоплавкое;
- в) огнеупорное.

14. Политой обжиг производят при изготовлении керамической плитки с целью:

- а) для разлива и закрепления глазури на поверхности изделий;
- б) придания заготовке прочности и неразмокаемости для последующего глазурования;
- в) для удаления химически связанной воды из изделий.

15. Вылеживание глины — это метод:

- а) подготовки сырьевых материалов;
- б) формования сырца;
- в) декорирования изделий.

16. Формование гранул керамзита может производиться в:

- а) бегунах;
- б) лентосном прессе;
- в) глинорезке.

17. К свойствам затвердевшего глазурного покрытия относятся:

- а) коэффициент Пуассона;
- б) предел прочности при сжатии;
- в) предел прочности при изгибе.

18. Температура плавления легкоплавкого глинистого сырья составляет:

- а) более 1580 С°; б) 1100 С°;
- в) более 1350 С°.

19. Что является основным сырьем для производства керамики:

- а) глины и воздушная строительная известь;
- б) глины и цемент;
- в) глины и добавки.

20. Количество воды, необходимое для получения теста нормальной формовочной влажности для бентонитов составляет:

- а) 28-35 %;
- б) 35-45 %;
- в) 15-25 %.

21. Какое влияние оказывают добавки ПАВ на связующую способность глинистого сырья:

- а) улучшают;
- б) понижают;
- в) не оказывают влияния.

22. Качество керамического кирпича оценивают:

- а) по средней плотности;
- б) по трещеностойкости;
- в) по усадочным деформациям.

23. В кольцевой печи не перемещается в процессе обжига:

- а) сырец;
- б) вагонетки;
- в) теплоноситель.

24. Основными сырьевыми материалами для производства изделий строительной керамики являются:

- а) природные, техногенные;
- б) природные, синтезированные (искусственные);
- в) техногенные, синтезированные (искусственные).

Тест-билет № 4

1. Число пластичности глинистого сырья рассчитывается по формуле:

- а) $\Pi = W_T + W_p$;
- б) $\Pi = W_T - W_f$;
- в) $\Pi = W_T - W_p$

W_T - где предел текучести, W_p -предел раскатываемости, W_f – формовочная влажность, %.

2. Какой размер соответствует глинистой фракции по методу Рутковского:

- а) от 1 до 0,5 мм;
- б) от 0,05 до 0,005 мм;
- в) от 0,5 до 0,05 мм.

3. Формование керамических канализационных труб осуществляют следующими способами:

- а) литьем и виброформованием;
- б) прокатом и штампованием;
- в) пластическим и полусухим прессованием.

4. Керамические дренажные трубы имеют длину:

- а) 500 мм;
- б) 1000 мм;
- в) 333 мм.

5. Древесная мука в керамической промышленности используется:

- а) как отошающая добавка;
- б) как пластифицирующая добавка;
- в) как выгорающая добавка.

6. Укажите тип структурного пакета минералов группы бентонита:

- а) Трехслойный – два тетраэдрических и между ними один октаэдрический слой, обозначают 2 : 1;
- б) Двухслойный – один тетраэдрический и один октаэдрический слой, обозначают 1: 1;
- в) Четырехслойный – двухслойные пакеты чередуются со слоями бруссита или гиббсита, обозначаются 2 : 1 : 1).

7. Какую роль выполняет операция вылеживания в шихтозапаснике увлажненной формовочной смеси:

- а) повышает усадочные деформации сырца;
- б) увеличивают количество свободной воды;
- в) интенсифицируют распад слипшихся глинистых частиц на элементарные зерна.

8. При производстве керамических канализационных труб используют глинистое сырье:

- а) легкоплавкое;
- б) тугоплавкое;
- в) огнеупорное.

9. Формование санитарно-технических изделий осуществляется в:

- а) гипсовых формах литьем;
- б) экструдерах пластическим формованием;
- в) прессах методом штампования.

10. Обжиг керамического кирпича, отформованного методом полусухого прессования производят с выдержкой при максимальной температуре:

- а) 1100-1150 С°;
- б) 980-1050 С°;
- в) 1200-1250 С°.

11. Какая среда при обжиге керамзита образуется внутри гранул, если они получены из глинистого сырья, содержащего до 10 % Fe₂O₃:

- а) окислительная;
- б) нейтральная;
- в) восстановительная.

12 При производстве фриттованной глазури сырьевые материалы:

- а) измельчаются совместным тонким помолом;
- б) варятся до образования жидкого расплав в печи;
- в) перемешиваются в «распущенном» виде в мешалке.

13. Для производства технической керамики используют:

- а) чистое синтезированное сырье и техногенное сырье;
- б) природное сырье и чистое синтезированное сырье;
- в) бело-жгущиеся глины.

14. Удельный обжиг производят при изготовлении керамической плитки с целью:

- а) для разлива и закрепления глазури на поверхности изделий;
- б) придания заготовке прочности и неразмокаемости для последующего глазурования;
- в) для удаления химически связанной воды из изделий.

15. Пульверизация — это метод:

- а) подготовки сырьевых материалов;
- б) формования сырца;
- в) декорирования изделий.

16. Влажность шихты при жестком способе формования составляет:

- а) 6-8 %;
- б) 18-24 %;
- в) 14-16 %.

17. К свойствам глазурного покрытия относятся:

- а) коэффициент термического расширения;
- б) предел прочности при сжатии;
- в) предел прочности при изгибе.

18. Температура плавления легкоплавкого глинистого сырья составляет:

- а) более 1580 С°;
- б) более 1100 С°;
- в) более 1350 С°.

19. Какое влияние оказывают песчаные частицы на связующую способность глинистого сырья:

- а) улучшают;
- б) понижают;
- в) не оказывают влияния.

20. Обжиг керамзита проводят:

- а) в шахтной печи;
- б) во вращающейся печи;
- в) в камерной печи.

21. Под связующей способностью глин принято понимать их свойство связывать компоненты:

- а) непластичные;
- б) пластичные;
- в) твердые.

22. Первоначально качество керамического лицевого кирпича оценивают:

- а) по внешнему виду;
- б) по водопоглощению;
- в) по усадочным деформациям.

23. Маркировку керамического кирпича производят по:

- а) средней плотности, водопоглощению, морозостойкости;
- б) средней плотности, марке по прочности при сжатии и изгибе, морозостойкости;
- в) марке по прочности при сжатии и изгибе, морозостойкости, коэффициенту водостойкости.

24. Обжиг красок на керамических изделиях с различной температурой обжига проводят начиная:

- а) с большей;
- б) с меньшей;
- в) со средней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение лабораторных работ по курсу «Технология строительной керамики» студентами, обучающимися по направлению подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство» профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций» обеспечивает:

- формирование у бакалавров представлений о керамических строительных материалах как элементах системы «материал – конструкция – здание, сооружение», обеспечивающих функционирование конструкций с требуемой надежностью и безопасностью в данных условиях эксплуатации;

- ознакомление с номенклатурой керамических материалов, применяемых в современном строительстве, на основе их классификации по составу, структуре, свойствам, способам получения и функциональному использованию;

- изучение наиболее важных потребительских свойств керамических строительных материалов как функции их состава, структуры и состояния;

- изучение технологии керамических строительных материалов как поэтапного процесса формирования структуры, обеспечивающей требуемые свойства материала;

- изучение технологических процессов изготовления керамических строительных материалов и технических требований, предъявляемых к материалам в зависимости от их назначения;

- изучение системы показателей качества керамических строительных материалов и нормативных методов их определения и оценки с использованием современного исследовательского оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 21218 – 2014 Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2015. – 7 с.

2. Химическая технология керамики / Под редакцией Гузмана И.Я.- М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2012.- 496 с.

3. Лабораторные работы по технологии строительной керамики и искусственных пористых заполнителей / Книгина Г.И., Вершинина Э.Н., Тацки Л.Н. и др. – М.: «Высшая школа», 1985. – 222 с.

4. ГОСТ 21216-2014. Сырье глинистое. Методы испытания. – М.: Стандартинформ, 2015.- 47с.

5. Мороз И.И. Технология строительной керамики: учеб. / И.И. Мороз. – Киев. Вища школа. – 1972.- 450 с.

6. Строительное материаловедение: учеб. пособие для вузов : рек. УМО / под общ. ред. В. А. Невского. - Ростов н/Д : Феникс, 2007 (Ростов н/Д : ЗАО "Книга", 2007). - 571 с.

7. Физическая химия силикатов / под ред. А.А. Пащенко. - М.: Высш. шк .1986.-368 с.

8. Турченко А.Е. Повышение качества керамических материалов с использованием ионогенных добавок ПАВ : монография / А.Е. Турченко, А.А. Суслов; Воронежский ГАСУ. – Воронеж 2012. – 89с.

9. Практикум по технологии керамики и огнеупоров /под ред. Д.П. Полубояринова и Р.Я. Попильского.- М.: Стройиздат, 1975.-352с.

10. ГОСТ 530 - 2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2012. – 39 с.

11. ГОСТ 7025-91 Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. - М.: Стандартинформ, 2006.–12 с.

12. ГОСТ 8562 – 85 Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе– М.: Стройиздат, 1986– 8 с.

13. ГОСТ 6141-91. Плитки керамические глазурованные для внутренней облицовки стен. ТУ. – М.: Стройиздат, 1991– 13 с.

14. ГОСТ 6787-2001 Плитка керамическая для пола. Общие технические условия. - М.: Стройиздат, 2002. – 8 с.

15. ГОСТ 13996-93 Плитка керамическая фасадные и ковры из них. Общие технические условия. - М.: Стандартиформ, 1993. – 10 с.

16. ГОСТ 27180-2001 Плитки керамические. Методы испытания. Введен 1.02.2002 г. – М.: Стандартиформ, 2002. - 19 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Изучение свойств глинистого сырья и определение его пригодности для производства изделий строительной керамики.....	5
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Изучение сушильно-обжиговых свойств глинистого сырья.....	22
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Изучение влияния электролитов на разжижаемость глинистых шликеров....	29
4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Изучение способов подготовки глинистого сырья для производства керамических изделий.....	38
5. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Изучение основных свойств керамического кирпича	42
6. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Изучение основных свойств керамических плиток различного назначения.....	53
7. Рекомендации по самостоятельной работе студентов при изучении дисциплины «Технология строительной керамики».....	65
Заключение.....	89
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	90

Учебное издание

Турченко Алла Евгеньевна,
Шелковникова Татьяна Иннокентьевна,
Усачев Александр Михайлович

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Подписано в печать _____ 2018.
Формат 60×84 1/16. Бумага для множительных аппаратов
Усл.-печ. л. ____. Тираж __ экз. Заказ № ____.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»
394026, Воронеж Московский проспект, 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ
394026, Воронеж Московский проспект, 14