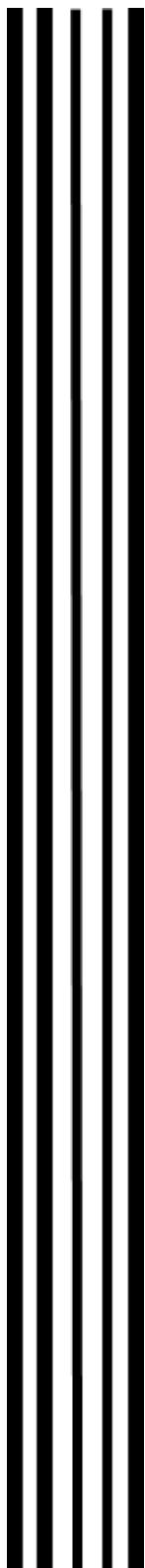


КГЭУ



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

ФИЗИКО-ХИМИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Практикум

**Казань
2021**

УДК 544.2.666.3

ББК 24.7

Ф50

Физико-химия керамических материалов : практикум / составитель И. А. Женжурист. – Казань : КГЭУ, 2021. – 39 с.

Содержит шесть лабораторных работ по дисциплине «Физико-химия керамических материалов». Приведены необходимые для выполнения лабораторных работ сведения о керамических материалах, даны методические рекомендации по их выполнению.

Предназначено для обучающихся всех форм по образовательной программе направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, направленность (профиль) «Материаловедение и технологии материалов».

УДК 544.2.666.3

ББК 24.7

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность практикума для обучающихся заключается в формировании знаний в области физико-химических основ материаловедения керамических материалов, современных представлений о физико-химических процессах, происходящих в глинистом сырье в процессе формирования, сушки и обжига керамического материала, обработки и переработки глинистого сырья.

Практикум направлен на выработку навыков использования физико-химических закономерностей керамической технологии в профессиональной деятельности, применение методов экспериментального исследования и составления отчета по выполненной работе.

Целью практикума является знакомство с основными физико-химическими процессами, происходящими в глинистом сырье, в процессе формования, сушки и обжига керамического материала. Рассматриваемые в лабораторных работах методы исследования могут быть использованы в технологии керамических материалов и композитов на основе глинистого сырья.

Задачи практикума:

- установление причинно-следственной связи между составом (химическим, минералогическим, гранулометрическим), строением и свойствами керамических материалов;
- установление физико-химических закономерностей изменения строения и свойств керамических материалов под действием физических и химических факторов;
- формирование знаний о конкретных типах керамических материалов, их свойствах и областях применения как компонентов оборудования различных отраслей промышленности, в том числе: теплоэнергетического, электроэнергетического и электротехнического;
- приобретение обучающимися практических навыков по определению свойств керамических материалов.

В результате выполнения лабораторных работ обучающиеся приобретают навыки ориентирования в многообразии керамических материалов, использования справочной и специальной литературы, экспериментального определения основных характеристик керамических материалов и изделий.

Будущий специалист на основе знаний о строении, свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, направлениях совершенствования керамических материалов и способов их переработки должен уметь правильно оценить надежность, экономичность и экологическую целесообразность их выбора при разработке нового теплотехнического, электроэнергетического и электротехнического оборудования, предназначенного для различных условий эксплуатации.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Осветительные и нагревательные приборы, микроскоп включаются в сеть только через прилагаемые к ним блоки питания. При включении осветительных приборов необходимо проверить сохранность изоляции питающего шнура и исправность привода заземления блока питания.

Условиями, создающими повышенную электроопасность, являются:

- повышенная влажность и запыленность воздуха;
- токопроводящие полы (металлические, земляные, кирпичные, железобетонные);
- температура воздуха выше 40 °С.

Данные указания по технике безопасности относятся ко всем лабораторным работам.

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

Цель работы: определить гранулометрический состав глины по методу Б.И. Рутковского и коллоидальность по ГОСТ 3594.10 [1–3].

Продолжительность работы – 4 ч.

Обрудование и материалы. Перечень оборудования и материалов, используемых в данной лабораторной работе приведен в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Расходные материалы, оборудование и основные технические характеристики

Наименование	Тип/марка	Параметры
Весы лабораторные	МИДЛ МЛ 0,11-II В1ЖА	0,02...300 г
Цилиндры мерные ¹	—	100 и 25 см ³
Магния оксид ²	—	98 %
Кальций хлористый	Технический	—
Фарфоровая ступка с пестиком	№ 7	Ø240 мм
Сито ³	—	—
Секундомер	СОППР-2А-3-010	3-й класс точности
Емкость	Материал – пластик	10 л
Проба глины	—	—

Краткие теоретические сведения

Глинистые породы состоят из отдельных составных частей различной величины, формы и состава. Основная задача анализа – определить количественное содержание частиц разных размеров (дисперсности) в процентах от массы исследуемой пробы, что характеризует гранулометрический зерновой состав глинистой породы, от которого зависят такие важные свойства глинистого сырья, как пластичность, усадка, набухание и т. д.

¹ ГОСТ 1770-74. Посуда мерная лабораторная стеклянная. цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2008. 20 с.

² ГОСТ 4526-75. Реактивы. Магний оксид. Технические условия. М.: ИПК Изд-во Стандартов, 2000. 9 с.

³ ГОСТ Р 51568-99. Сита лабораторные из металлической проволочной сетки. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 8 с.

Набухание – способность глины увеличивать свой объем за счет поглощения влаги из воздуха или при ее непосредственном контакте с водой.

Коллоидальность – технологическое свойство глины, характеризующее ее набухание в воде. В коллоидальном глинистом растворе частицы глины находятся во взвешенном состоянии. Коллоидальность глин определяется частицами, размеры которых изменяются от мельчайших видимых только под микроскопом до молекулярного уровня (глинистая суспензия). Более точно качество глин оценивается по коэффициенту коллоидальности (K), который характеризует относительное содержание активного коллоидного комплекса глин в условиях наиболее полного диспергирования.

Размокание представляет собой распад в воде агрегированных глинистых частиц на более мелкие или элементарные зерна с образованием полидисперсной системы.

Существует несколько методов определения гранулометрического состава глин, которые можно разделить на две группы: прямые и косвенные.

Прямые методы позволяют непосредственно установить размер и содержание частиц, слагающих породу. К ним относятся: ситовый метод, где используется набор сит с разным размером отверстий; метод подсчета частиц различных размеров под микроскопом; электронно-микроскопический с обработкой микрофотографий, седиментационные методы анализа, гранулометрический анализ в газовом потоке и др.

Косвенные методы позволяют установить размеры частиц по какому-либо косвенному признаку: массе, скорости оседания частиц в воде или в другой жидкости, способности к набуханию, отражению света и т. д.

В методических указаниях приводится наиболее простой и чаще применяемый в практике косвенный метод исследования глинистого сырья – метод Б.И. Рутковского. Он основан на способности глинистых частиц набухать в воде и на различной скорости падения частиц в воде в зависимости от их размера (седиментометрии, или скорости осаждения) (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Зависимость диаметра частицы от скорости их падения в воде

Диаметр частиц, мм	Скорость оседания частиц в воде на глубину 1 см
0,05...0,2	5 с
0,01...0,02	50 с
0,005...0,0046	36 мин
0,001...0,00012	2 ч 24 мин

Минеральный состав глин представлен глинистой частью (каолинитом, монтмориллонитом, гидрослюда и др.) и примесями (кварцем, полевым шпатом, карбонатами, гипсом, пиритом, растворимыми солями, органическими включениями и др.). При взаимодействии с водой способны набухать только минералы глинистой части.

С помощью метода Б.И. Рутковского можно выделить три основные фракции:

- а) глинистую – с размером частиц менее 5 мк (менее 0,005 мм);
- б) пылеватую – с размером частиц 5–50 мк (0,0050–0,05 мм);
- в) песчаную – с размером частиц в 50 мк и более (0,05–2 мм).

Для проведения анализа необходимо:

- 1) подготовить предложенные к описанию пробы глинистого сырья к анализу и глинистую суспензию к набуханию;
- 2) провести гранулометрическое описание проб и определение коллоидальности глины.

Рабочее задание

Определите коллоидальность и тип глинистого сырья, выданного преподавателем.

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Содержание глинистых частиц, т. е. частиц размером менее 5 мк, определяют методом, основанным на способности глинистых частиц набухать в воде.

Пробу сухой глины (около 100 г) дробят деревянной скалкой или молотком и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Затем глину высыпают в мерный цилиндр вместимостью 100 см³ и уплотняют постукиванием цилиндра 10–15 раз о мягкое основание (ладонь, книга) (рис. 1.1).

Объём уплотненной глины в цилиндре должен быть 10 см³. Потом пробу разрыхляют, доливают водой до метки 50–60 см³ и перемешивают стеклянной палочкой с резиновым наконечником до тех пор, пока на стенах цилиндра не исчезнут мазки глины. К полученной суспензии добавляют 2,5–3 см³ раствора CaCl₂ (5,5 г на 100 см³ воды) в качестве коагулятора. Затем суспензию доливают водой до метки 100 см³ и отстаивают 1–2 суток. После отстаивания измеряют объём осадка в цилиндре и вычисляют приращение K , см³/см³, объема пробы на 1 см³ первоначального объема по формуле:

$$K = \frac{V - V_0}{V_0}, \quad (1.1)$$

где V_0 – первоначальный объем глины в цилиндре 10 см³; V – объем глины после отстаивания.

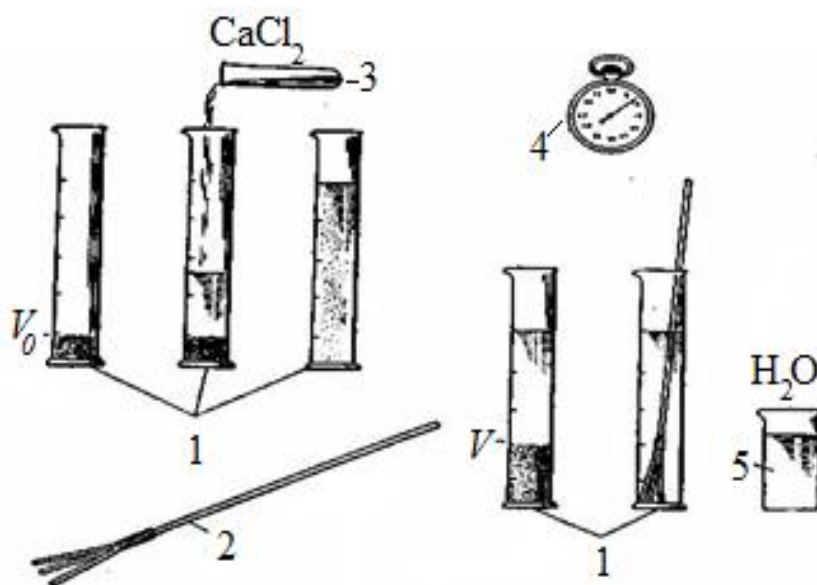


Рис. 1.1. Аппаратура, необходимая для определения гранулометрического состава глин по методу Б.И. Рутковского: 1 – мерные цилиндры ($V = 100$ см³); 2 – стеклянная палочка с резиновым наконечником; 3 – раствор CaCl_2 ; 4 – секундомер; 5 – емкость для слива суспензии [4]

Содержание глинистых частиц $A_{\text{гл}}$, %, вычисляют по эмпирической формуле:

$$A_{\text{гл}} = 22,7 \cdot K.$$

Затем на этой же пробе определяют содержание песчаных частиц.

Содержание в сырье глинистой фракции, %, можно определить по табл. 1.3, минуя расчет по эмпирической формуле.

Определение коллоидальности. Навеску глины массой 0,5 г помещают в мерную пробирку, приливают воду до общего объема 15 см³ (по отметке на пробирке) и взбалтывают до получения однородной суспензии. К суспензии добавляют 0,1 г оксида магния и снова взбалтывают в течение 1 мин. Затем пробирку оставляют в покое на 24 ч. По истечении этого времени измеряют объем образовавшегося осадка. Испытание проводят на двух параллельных навесках.

Таблица 1.3

Зависимость набухания грунта от количества глинистых частиц [4]

Прирост объема на 1 см ³	Содержание глинистых частиц, %	Прирост объема на 1 см ³	Содержание глинистых частиц, %	Прирост объема на 1 см ³	Содержание глинистых частиц, %
4,00	90,7	2,70	61,21	1,40	31,74
3,95	89,55	2,65	60,07	1,35	30,61
3,90	88,42	2,60	58,94	1,30	28,48
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	79,36	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

Коэффициент коллоидальности рассчитывают по формуле:

$$K = \frac{V \cdot 100}{15}, \quad (1.2)$$

где V – объем осадка глины, см; 15 – общий объем глины и воды, см.

Содержание песчаных частиц. Метод определения количества песчаных частиц основан на различной скорости падения частиц в воде в зависимости от их размера.

Пробу после определения содержания глинистых фракций взбалтывают стеклянной палочкой, полученную суспензию отстаивают в течение 90 с, а мутную воду сливают примерно до отметки 40 см³.

Отмучивание повторяют до тех пор, пока вода не станет прозрачной. Затем в цилиндр наливают воду, отстаивают 5 мин, измеряют объем осевшего песка и вычисляют его количество в процентах. 1 см³ осевшего песка соответствует 10 % его содержания в пробе. Например, при осадке 1,2 см³ содержание песчаных частиц $A_{\text{песч}} = 1,2 \cdot 10 = 12 \%$.

Результаты анализа рассчитывают до третьего и округляют до второго десятичного знака. Классификация по коллоидальности приведена в табл. 1.4.

Таблица 1.4

Коллоидальность глин

Плотность суспензии, кг/м ³	Коллоидность глины	Коллоидальность, %		Выход глинистого раствора, м ³ /т
		бентонитовая	огнеупорная	
Менее 1 060	Высококоллоидная	свыше 80	свыше 20	10...18
1 061...1 150	Коллоидная	80...40	20...14	4...9,9
1 151...1 300	Среднеколлоидная			3...3,9
1 301...1 400	Малоколлоидная	40...10	14...8	1,6...2,9
Более 1 400	Тяжелая			свыше 1,6

Содержание пылеватых частиц – разность 100 % и суммы процентного содержания глинистых и песчаных частиц:

$$A_{\text{пыл}} = 100 - A_{\text{гл}} - A_{\text{пес}}. \quad (1.3)$$

Определение типа глины по результатам гранулометрического состава. Полученные данные гранулометрического состава наносят на тройную диаграмму «глина – пылеватые частицы – песок» (рис. 1.2).

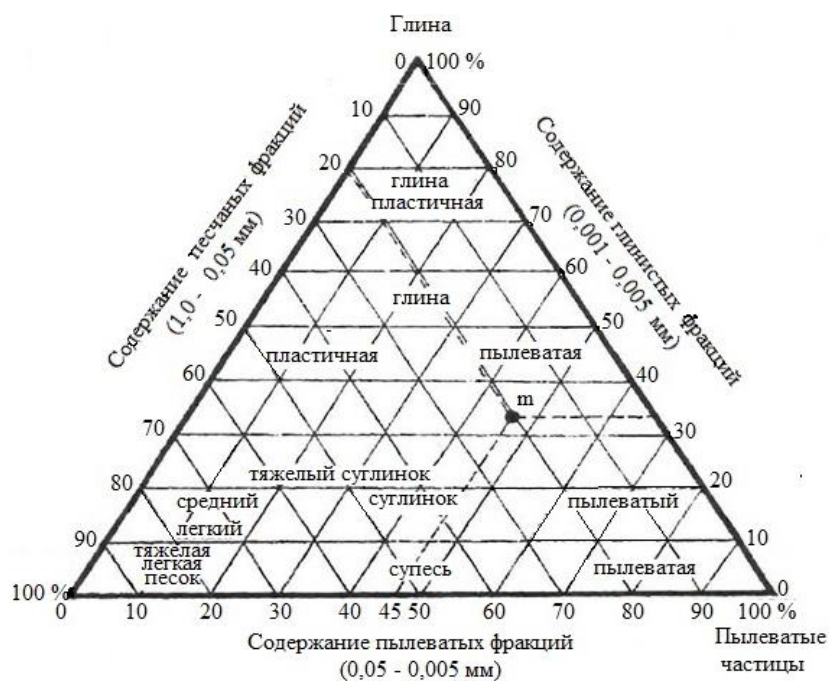


Рис. 1.2. Тройная диаграмма сырьевых составов «глина – пылеватые частицы – песок»

Из каждой точки, соответствующей процентному содержанию компонентов, проводят параллельные основанию линии, и по месту расположения точки пересечения этих линий, определяют тип глины или суглинка.

Форма записи результатов

Полученные результаты заносятся в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Гранулометрический состав сырья

№ п/п	Объем, см ³		Приращение объема, см ³	Объем песчаных частиц, см ³
	начальный	глины после набухания		
№ п/п	Количество частиц, %			Тип глинистого сырья по гранулометрическому составу
	глинистых	песчаных	пылеватых	

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

По результатам выполненной работы оформляют отчет и предъявляют его преподавателю на очередном занятии. Отчет должен содержать:

- краткое описание работы;
- результаты эксперимента в табличной форме;
- анализ результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1. По какому ГОСТу оценивается глинистое сырье по гранулометрическому составу?
2. Что понимают под «набуханием», «коллоидальностью» и «размоканием» глинистого сырья?
3. Какие существуют методы определения гранулометрического состава глин?
4. По какому параметру оценивают коллоидальность глин?
5. Какие фракции можно выделить методом Рутковского?
6. Что является причиной набухания глинистой фракции?
7. Какие глинистые минералы способны к набуханию и почему?

Лабораторная работа № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ДООБЖИГОВЫХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ

Цель работы: формулирование навыков определения формовочной влажности глинистого сырья.

Продолжительность работы – 4 ч.

Оборудование и материалы. Перечень оборудования и материалов, используемых в данной лабораторной работе приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Оборудование и основные технические характеристики

Наименование	Тип/марка	Параметры
Фарфоровая ступка с пестиком	№ 7	Ø240 мм
Сушильный шкаф	СМ 50/250-250 ШС	250 °С
Весы аналитические	МИДЛ МЛ 0,11-II В1ЖА	0,02...300 г
Печь муфельная	СНОЛ	1 300 °С
Цилиндры мерные ⁴	ГОСТ 1770-74	100 мл
Набор сит ⁵	–	–
Прибор Вика	ОГЦ-1	130×163×240 мм
Глина кусковая	–	–

Краткие теоретические сведения

Под формовочной влажностью (водозатворяемостью) понимают количество воды, необходимое для придания керамической массе или глине нормальной рабочей консистенции, при которой глиняное тесто, проявляя пластические и формовочные свойства, сохраняет без деформации приданную ему форму и при раскатывании не прилипает к рукам и металлу. Установлено: чем пластичнее глина, тем шире интервал влажности, в котором она проявляет пластичность.

⁴ ГОСТ 1770-74. 20 с.

⁵ ГОСТ Р 51568-99.8 с.

Числовое значение формовочной влажности зависит от количества глинистой фракции в глине, минералогического состава глины. Для затворения монтмориллонитовых глин требуется наибольшее количество воды, для каолиновых – наименьшее. При формовочной влажности происходит пластическое формование большинства изделий строительной и декоративно-художественной керамики.

Получение пластичной формовочной массы на основе глин со свойствами, необходимыми для нормального протекания процесса формования, является важной задачей. Состояние массы, содержащей глину, при котором она может изменять форму под действием руки человека (нагрузки 0,1–0,2 МПа), не прилипая к рукам или металлу, называется нормальной (рабочей) консистенцией, а соответствующая ей влажность – формовочной влажностью.

Абсолютной формовочной влажностью, %, или водозатворяемостью V_3 , называют массу воды, которую необходимо добавить к воздушно-сухой глине для получения глины нормальной формовочной консистенции.

Полным водосодержанием, или относительной формовочной влажностью V_{Π} , %, называют массу воды, содержащейся в глине рабочей консистенции:

$$V_3 = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 \%; \quad V_{\Pi} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \%, \quad (2.1)$$

где m_1 и m_2 – масса влажного и сухого материала, г.

Установлено, что абсолютная формовочная влажность (водозатворяемость) V_3 связана с максимальной молекулярной влагоемкостью V_M , %, соотношением:

$$V_3 = 1,7 \cdot V_M. \quad (2.2)$$

Важнейшим условием точности получаемых результатов является способ подготовки образцов. Материал предварительно высушивают до воздушно-сухого состояния при 105–110 °С, измельчают деревянным молотком (киянкой) и просеивают через сито № 1 (размер отверстий 1 мм).

Ускоренные методы определения влажности обеспечивают точность, достаточную для контроля технологического процесса. Результаты, полученные этими методами, могут отличаться от полученных по обычной методике из-за удаления части химически связанной воды и выгорания

органических примесей. Поэтому при организации текущего контроля для каждого материала предварительно определяют время высушивания, сравнивая результаты, получаемые обычным и ускоренным методами.

К ускоренному методу определения влажности относится радиационный метод. Радиационный метод высушивания отличается интенсивным подводом теплоты к материалу, что позволяет сократить длительность сушки до 3–5 мин. Источником нагрева служат лампы инфракрасного излучения мощностью 500 Вт.

Рабочее задание

Проведите исследование глинистого сырья (двух различных проб глин).

Методические указания по выполнению лабораторной работы

1. Навеску материала массой 50–100 г взвешивают в тарированном бюксе, на технических весах с точностью $\pm 0,01$ г и сушат в сушильном шкафу при 105–110 °С до постоянной массы в течение 2–4 ч в зависимости от размера и влажности образца. Бюкс с высушенным материалом закрывают крышкой, переносят в эксикатор, охлаждают над слоем хлорида кальция до 20–25 °С и взвешивают. При необходимости цикл высушивания повторяют до тех пор, пока расхождение в массе высушенного образца не станет меньше 0,02 г при двух последовательных определениях. Определения проводят на 2–3 параллельных пробах.

Значения абсолютной $W_{\text{абс}}$ и относительной $W_{\text{отн}}$ влажности рассчитывают по формулам:

$$W_{\text{абс}} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100 \%; \quad W_{\text{отн}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \%, \quad (2.3)$$

где m_1 и m_2 – массы влажного и сухого материала, г.

Погрешность определения влажности составляет около 0,1 %.

2. Навеску влажного материала измельчают до частиц размером 2–5 мм, помещают на предварительно взвешенную чашку, взвешивают и устанавливают под источником нагрева. Материал сушат 2–3 мин, затем чашку переносят в эксикатор, охлаждают и повторно взвешивают. Результаты испытаний записывают в табл. 2.2.

Свойства глинистого сырья

Наименование материала							
Номер пробы	m_1	m_2	$W_{абс}, \%$	$W_{отн}$	$B_3, \%$	$B_{п}, \%$	$B_{м}, \%$

3. Глину замачивают необходимым для получения нормальной формовочной консистенции количеством воды в 2–3 приема с промежутками в 30 мин. Глиняное тесто выдерживают не менее 10–15 ч и проминают вручную до исчезновения крупных комков. Приготовленное тесто проминают для удаления воздуха, формуют комья, которые заворачивают во влажную ткань и многократно (не менее 10–15 раз) отбивают киянкой. Нормальная консистенция достигается тогда, когда исчезает клейкость и глина перестает прилипать к рукам.

4. Из подготовленной таким образом глины делают брикет, для чего глину сначала собирают в шар, а затем ударами о резиновый коврик на лабораторном столе изготавливают брикет высотой 50 мм.

5. Состояние, когда глиняное тесто не будет прилипать к тыльной стороне ладони и к металлу, считается нормальной формовочной влажностью (органолептический способ). Для контроля нормальной формовочной влажности пользуются прибором Вика с иглой диаметром $(1,1 \pm 0,1)$ мм и длиной 50 мм.

6. Полученное тесто укладывают в кольцо диаметром 35 мм и высотой 50 мм, ставят кольцо на прибор Вика (рис. 2.1). При нормальной формовочной влажности игла прибора Вика должна погрузиться в брикет на глубину 4 см за 5 мин. Если игла прибора Вика опустилась на меньшую глубину, то добавляется вода, если наоборот – глина.

7. Из глинистого теста отбирается проба 5–10 г, измельчается на маленькие гранулы. Сушку производят в металлических бюксах при температуре 105–110 °С до полного высыхания гранул.

8. Количество воды затворения и полное водосодержание массы при нормальной рабочей консистенции определяют на 5–6 пробах, отобранных в разных местах пласта глины, методом высушивания. Результаты испытаний заносят в табл. 2.2. Максимальная молекулярная влагоемкость соответствует содержанию в глине связанной воды.

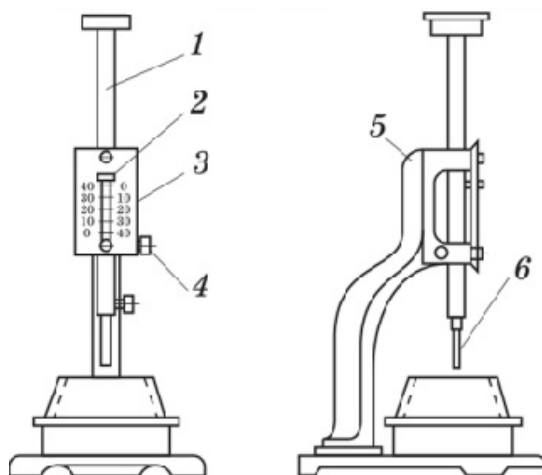


Рис. 3. Прибор Вика для определения нормальной формовочной влажности глины:
1 – стержень; 2 – стрелка-указатель; 3 – шкала; 4 – стопорный винт; 5 – станина; 6 – игла

9. По величине водозатворяемости V_3 рассчитывают максимальную молекулярную влагоемкость V_M . Результаты расчетов заносят в табл. 2.2.

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

По результатам выполненной работы оформляют отчет и предъявляют его преподавателю на очередном занятии. Отчет должен содержать:

- краткое описание работы;
- график зависимости коэффициента загустеваемости от количества добавки;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под влагоемкостью глинистого сырья?
2. Что понимают под влажностью материала?
3. Как рассчитываются абсолютная и относительная влажности материала?
4. Что понимают под водозатворяемостью и полным водосодержанием глин?
5. Как рассчитывают водозатворяемость и полное водосодержание?
6. Что понимают под максимальной молекулярной влагоемкостью?
7. Какие существуют методы определения гранулометрического состава глин?
8. Как связаны между собой абсолютная формовочная влажность и максимальная молекулярная влагоемкость?

Лабораторная работа № 3

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС

Цель работы: исследование влияния добавки поверхностно-активных веществ на текучесть шликера.

Продолжительность работы – 4 ч.

Оборудование и материалы: перечень оборудования и материалов, используемых в данной лабораторной работе, приведен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Оборудование и основные технические характеристики

Наименование	Тип/марка	Параметры
Фарфоровая ступка с пестиком	№ 7	Ø240 мм
Сито ⁶	–	–
Весы аналитические	МИДЛ МЛ 0,11–ПВ 1ЖА	0,02-300 г
Вискозиметр	ВЗ-4	4 мм
Мельница шаровая	ИВМТ –30, размер	520×300×270 мм
Секундомер	СОП ПР-2А-3-010	3-й класс точности
Глина кусковая	–	–
Жидкое стекло ⁷	Натриевое	–
Сода ⁸	Пищевая	–

Краткие теоретические сведения

Шликером называют устойчивую глинистую суспензию, состоящую из фаз: тонкодисперсной (твердой), дисперсной (жидкой) и газообразной.

Шликер предназначен для изготовления изделий литьем в гипсовые формы. Шликер должен удовлетворять следующим требованиям: иметь заданный химический и минералогический состав; обладать необходимой подвижностью (текучестью) при минимальном содержании воды; иметь

⁶ ГОСТ Р 51568-99. 8 с.

⁷ ГОСТ 13078-81. Стекло натриевое жидкое. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2005. 14 с.

⁸ ГОСТ 2156-76. Натрий двууглекислый. Технические условия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 16 с.

минимальную загустеваемость; не содержать газовых пузырьков и не вспениваться при отливке; быть устойчивым против расслаивания при длительном хранении; отличаться высокой фильтрующей способностью для быстрого образования стенки изделия на поверхности гипсовой формы; обеспечивать достаточную прочность изделий после отливки и сушки; иметь усадку, необходимую для выемки изделий из формы в максимально короткий срок без растрескивания.

Глины при контакте с водой способны увеличивать объем (набухать). Набухание глин происходит вследствие того, что поляризованные молекулы воды вклиниваются между отдельными агрегатами глины и, адсорбируясь на их поверхности, влияют на параметры шликера. Структура пакета кристаллической решетки каолинита такова, что один его конец представлен ионом H^+ , а второй – OH^- , у монтмориллонита – равнополярна (OH^-), поэтому введение в состав суспензии полярных добавок, которыми являются поверхностно-активные вещества (ПАВ), можно влиять на технологические характеристики шликеров, на процесс формирования структурных особенностей отливаемого изделия и конечные свойства материала.

Значительное место среди органических веществ, применяемых в производстве керамики, занимают поверхностно-активные вещества (ПАВ) и так называемые смазывающие вещества.

Назначение ПАВ соответствует их названию – это вещества, повышающие поверхностную энергию частиц твердых тел, в результате чего улучшается их смачивание органическими веществами. ПАВ – полярные жидкости. Их действие основано на том, что их молекулы, смачивая поверхность твердых частиц, ориентируются полярными группами (карбоксильными) к поверхности частиц, понижая тем самым их поверхностную энергию. Неполярные радикалы ПАВ (углеводородные) обращены во внешнюю сторону и взаимодействуют с неполярными молекулами органической связки. Наиболее распространена в технологии технической керамики ПАВ олеиновая кислота ($C_{17}H_{33}-COOH$). Это густая маслообразная жидкость с плотностью $0,898 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления 16°C . Хорошими поверхностно-активными свойствами обладает воск. Иногда его применяют в смеси с олеиновой кислотой и реже самостоятельно. Дозировка ПАВ обычно находится в пределах $0,5 \%$ массы керамического порошка.

Относительная формовочная влажность (W_{ϕ}) глинистой массы характеризуется количеством воды (в процентах от массы влажной навески), при которой сохраняется приданная массе форма и масса не прилипает к рукам.

Относительную формовочную массу в процентах вычисляют по формуле:

$$W_{\phi} = \frac{P_1 - P_2}{P_1}, \quad (3.1)$$

где P_1 и P_2 – масса образца соответственно после формовки и сушки образцов до постоянной массы, г.

При шликерном способе формования образцов определяют устойчивость шликера, которая характеризует способность не оседать в течение десяти минут. Для этого все твердые компоненты шликера предварительно измельчают. Обычно размер частиц литьевого шликера, кроме шамотизированного, не должен превышать 100 мкм. Стабильность шликера поддерживают за счет длительного механического перемешивания и введения добавок (ПАВ), состоящих из электролитов, например жидкого стекла, соды и др.

Вязкость (текучесть) шликера определяется как время (секунды), за которое стандартный объем шликера (обычно 100 мл) вытекает через калибровочное отверстие вискозиметра (обычно диаметром 4 мм). Вязкость шликера при сливном способе (влажность 31–34 %) должна достигать 10–15 с, при наливном (30–32 %) – 15–20 с.

Глинистые суспензии имеют свойство образовывать внутренние структуры, разрушающиеся при интенсивном перемешивании и загустевающие в состоянии покоя. Поэтому текучесть шликера существенно зависит от времени, которое прошло с момента прекращения перемешивания. Отношение текучести, измеренной после 30-минутного стояния шликера (без перемешивания), к текучести, измеренной после 30-секундного стояния, называют загустеваемостью. Нормальный шликер должен иметь коэффициент загустеваемости 1,5–2,5 (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Свойства литейных шликеров

Технологические параметры шликеров	Шликер из массы		
	фарфоровой	полуфарфоровой	фаянсовой
Остаток на сите № 0056 (размер отверстия 56 мкм), %	1...2	5...8	11...12
Влажность, %	32...34	30...32	29...30
Плотность, г/см ³	1,75...1,76	1,75...1,76	1,75...1,76
Коэффициент загустеваемости	1,8...2,2	2,0...2,2	2,0...2,5

Слишком низкие значения свидетельствуют о низкой способности шликера структурироваться и при заливке в форму замедленном времени набора массы. Вязкость шликера регулируют введением воды и электролитов. Традиционные добавки – жидкое стекло, кальцинированная сода, углещелочной реагент, триполифосфат натрия. Типичное содержание составляет 0,05–0,50 %.

Приготовленный шликер при выдерживании в спокойном состоянии загустевает, а при встряхивании или интенсивном перемешивании, а также при вибрации, воздействии ультразвука вновь разжижается без добавления воды. Такое загустевание называется тиксотропным упрочнением.

Рабочее задание

Получите от преподавателя глину и ПАВ. Приготовьте шликер, состав которого задан преподавателем. Определите технологические параметры шликера.

Методические указания по выполнению лабораторной работы

1. 600 г сухой глины размалывают в ступке и просеивают через сито № 1. Из 300 г глины готовят шликер влажностью 35–45 % (в зависимости от вида глины). Приготовленный шликер должен легко вытекать через калибровочное отверстие вискозиметра (рис. 3.1). Определяют текучесть и коэффициент загустеваемости шликера на двух пробах.

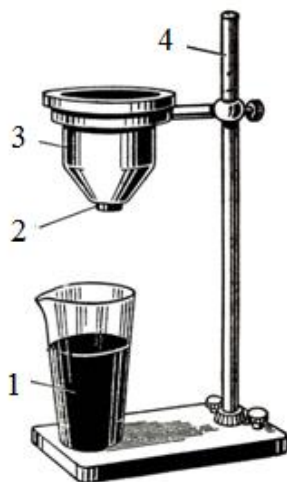


Рис. 3.1. Вискозиметр лабораторный ВЗ-4: 1 – чаша для слива шликера; 2 – калибровочное отверстие; 3 – резервуар для шликера из нержавеющей стали, объемом 100 мл; 4 – штатив

2. Из второй части глины готовят шликер той же влажности, предварительно добавив в расчетное количество дистиллированной воды ПАВ (жидкое стекло или соду) 0,1–0,5 % (по заданию преподавателя). Определяют текучесть и коэффициент загустеваемости шликера на двух пробах.

Форма записи результатов

Результаты определения технологических параметров шликера заносят в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Испытание образцов на изгиб

Состав массы	Влажность шликера, %	Время истечения		Коэффициент загустеваемости
		через 30 с	через 30 мин	

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

По результатам выполненной работы оформляют отчет и предъявляют его преподавателю на очередном занятии. Отчет должен содержать:

- краткое описание работы;
- график зависимости коэффициента загустеваемости от количества добавки ПАВ;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое шликер и для каких целей он используется?
2. Какие основные технологические параметры являются характеристикой шликерной технологии формования материалов?
3. Как определяется относительная формовочная влажность?
4. Как определяют вязкость (текучесть) шликера?
5. Что понимают под тиксотропным упрочнением?
6. Как рассчитать коэффициент загустеваемости шликера?

Лабораторная работа № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ НА СУШИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС

Цель работы: определение чувствительности глины к сушке и воздушной усадки.

Продолжительность работы – 4 ч.

Оборудование и материалы: перечень оборудования и материалов, используемых в данной лабораторной работе, приведен в табл. 11.

Таблица 4.1

Оборудование, материалы и их основные технические характеристики

Наименование	Тип/марка	Параметры
Фарфоровая ступка с пестиком	№ 7	Ø240 мм
Весы аналитические	МИДЛ МЛ 0,11-II В1ЖА	0,02...300 г
Прибор А.Ф. Чижского	–	–
Форма для изготовления образцов	Дерево-пластик	50×50×5 мм
Секундомер	СОП ПР-2А-3-010	3-й класс точности
Плитка электрическая	Армед DB-2	Закрытая спираль
Глина кусковая	–	–
Жидкое стекло ⁹	–	–
Сода ¹⁰	–	–
Линейка, штангенциркуль ¹¹	–	–
Сито ¹²	–	–

Краткие теоретические сведения

Чувствительность глин к сушке определяет способность сырца, сформованного из глин, противостоять внутренним напряжениям (без трещин и деформаций), развивающимся в результате удаления усадочной воды. Эта способность выражается величиной коэффициента чувствительности.

⁹ ГОСТ 13078-81. 14 с.

¹⁰ ГОСТ 2156-76. 16 с.

¹¹ ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. 10 с.

¹² ГОСТ Р 51568-99. 8 с.

В процессе сушки изделия из глин дают усадку. Механизм этого явления – сжатие частичек капиллярными силами. Влага, заполняя поры образца из глиняного теста, образует в капиллярах на границе «изделие – воздух» вогнутые мениски. По мере испарения влаги поверхностное натяжение в капиллярах увеличивается и сжимает изделие. Усадка изделия происходит до определенного предела – пока частицы не придут во взаимное соприкосновение, которое сопровождается трением между ними. Когда трение достигнет такой величины, которая превосходит силы поверхностного натяжения влаги, дальнейшее уменьшение размеров изделия прекращается, хотя в глине удерживается определенное количество воды (вода пор), условно соответствующее критической влажности материалов. После этого испарение влаги продолжается за счет отступления менисков по капиллярам вглубь материала.

Исследование сушильных свойств глин включает методы определения чувствительности глин к сушке, причем прямых и точных методов этих определений до настоящего времени не разработано.

В современной теории сушки под критической влажностью понимают влажность, при которой заканчивается постоянная и начинается падающая скорость сушки. В частном случае критическая влажность может совпасть со скоростью конца усадки, так что вышеприведенное определение понятия критической влажности по Чижскому является допущением, иногда отражающимся на точности определения коэффициента чувствительности.

Оценка чувствительности глин к сушке производится по следующей шкале (П – период облучения):

- а) высокочувствительные – при П менее 100 с;
- б) средне чувствительные – при П от 101 до 180 с;
- в) малочувствительные – при П более 180 с.

Рабочее задание

Получите от преподавателя глину и ПАВ. Приготовьте формовочные массы состава по заданию преподавателя и изготовьте из них образцы, на которые поставьте усадочные метки. Определите чувствительность к сушке и воздушную усадку образцов.

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Метод А.Ф. Чижского (ускоренный)

Для определения чувствительности глин к сушке устанавливают длительность периода облучения свежесформованного образца лучистым тепловым потоком определенной мощности до момента возникновения в нем трещин. Значение периода облучения в секундах (П) является критерием чувствительности глин к сушке.

Тепловой поток создается с помощью специального прибора (рис. 4.1), состоящего из излучателя 1, закрепленного на штативе 2, откидного столика 3 с фиксатором образца 4.

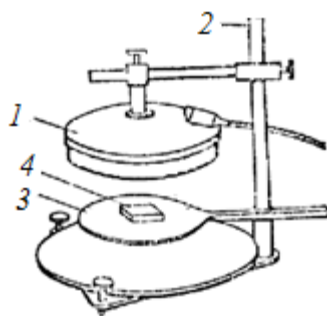


Рис. 4.1. Прибор А.Ф. Чижского для определения чувствительности глины к сушке: 1 – излучатель; 2 – штатив; 3 – столик; 4 – испытываемый образец

Тепловой поток измеряют по центру плитки. Поток регулируется трансформатором типа ЛАТР. При отсутствии тепломера допустимо величину теплового потока замерять термометром. В этом случае температура потока от излучателя, регулируемая с помощью регуляторов напряжения, на уровне образца (60 мм от поверхности излучателя) должна быть 200 °С. При таком расстоянии от излучателя тепловой поток на образец должен соответствовать 9 000 Вт/м² при напряжении в сети 220 В.

Опытными образцами являются свежесформованные плитки размером 10×50×50 мм. Образцы (не менее трех) формуют из массы нормальной формовочной влажности, подготовленной для проведения лабораторных керамических испытаний. Первую партию образцов готовят, увлажняя сухую глину дистиллированной водой, вторую и третью партию – раствором ПАВ в дистиллированной воде в количестве, взятым для первой партии-нулевки.

На свежесформованные плитки острыми ножками штангенциркуля наносят метки по диагоналям через 50 мм для измерения воздушной усадки. Узкие грани плиток смазывают машинным маслом для предотвращения появления краевых и средних трещин в период сушки.

Последовательность определения чувствительности массы к сушке следующая. Электроплитку прогревают до установления стационарного теплового потока не менее 30 мин. Образец укладывают на асбестовую пластинку, покрытую фольгой, и переносят на столик. Столик подводят под облучатель, одновременно включая секундомер. Производят тщательное визуальное наблюдение за образцом. При появлении трещины или посечки на образце секундомер выключают.

Период облучения Π , с, до появления трещин определяют как среднее арифметическое из результатов испытания трех образцов.

Высушивание образцов сопровождается изменением линейных размеров – усадкой, происходящей до определенного момента, соответствующего потере воды при усадке. Дальнейшая потеря воды не влияет на изменение размеров и объема. Влажность образца, при которой прекращается усадка, по А.Ф. Чижскому, является критической влажностью.

После того как керамический материал был отформован и высушен, опытные образцы подвергают внешнему осмотру, определяют технологические параметры полученного материала.

Для каждого вида керамического материала определяют свои физико-технические характеристики, отражающие эксплуатационные качества керамического материала.

Усадку определяют на отформованных и высушенных образцах – плитках размерами $50 \times 50 \times 5$ мм, измеряя штангенциркулем метки на диагоналях (установленных после формования образцов) (рис. 4.2). Метки замеряют после формования и сушки образцов.

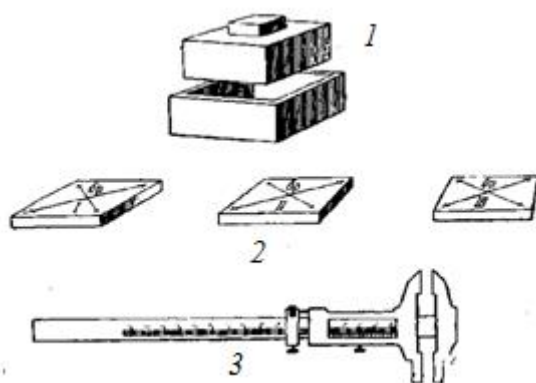


Рис. 4.2. Аппаратура, используемая при определении усадки на образцах-плитках:

1 – форма с выталкивателем; 2 – образцы размером $50 \times 50 \times 5$ мм;

3 – штангенциркуль [4]

Воздушной усадкой $L_{\text{возд}}$ называют изменение линейных размеров свежесформованного образца под влиянием физических процессов, сопровождающих сушку. Воздушную усадку рассчитывают по формуле:

$$L_{\text{возд}} = \frac{l - l_1}{l} \cdot 100 \%,$$

где l и l_1 – расстояние между метками на свежесформованном и высушенном образце, мм.

Форма записи результатов

Результаты испытаний записывают в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Результаты испытаний образцов

Номер образца	Состав шихты	Чувствительность к сушке, с	Воздушная усадка, %

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

По результатам выполненной работы оформляют отчет и предъявляют его преподавателю на очередном занятии. Отчет должен содержать:

- краткое описание работы;
- график зависимости линейной усадки от вида и добавки ПАВ;
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. На каких образцах определяют чувствительность к сушке и воздушную усадку?
2. При каких показателях глина считается чувствительная к сушке?
3. Как определяют чувствительность глин к сушке по методу А.Ф. Чижского?
4. По какой формуле рассчитывают воздушную усадку?

Лабораторная работа № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА СВЯЗУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ГЛИН

Цель работы: определение влияния ПАВ на связующую способность глин.

Продолжительность работы – 4 ч.

Оборудование и материалы: перечень оборудования и материалов, используемых в данной лабораторной работе, приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Оборудование и основные технические характеристики

Наименование	Тип/марка	Параметры
Фарфоровая ступка с пестиком	№ 7	Ø240 мм
Весы аналитические	МИДЛ МЛ 0,11–II В1ЖА	0,02...300 г
Прибор Васильева	ШПВ	
Форма для изготовления образцов	Металлические	65×15 мм
Штангенциркуль ¹³	—	—
Глина кусковая	—	
ПАВ ^{14,15}	Жидкое стекло, сода	
Сито ¹⁶	—	—

Краткие теоретические сведения

Под связующей способностью понимают свойство глин сохранять пластичность и прочность, достаточные для нормального формования изделий, их транспортировки и дальнейшей технологической обработки, при введении в массу непластичных материалов. Связующая способность является также косвенной характеристикой пластичности глиняного сырья.

Связность – усилие, необходимое для разъединения частиц глин. Связность глин обусловлена малой величиной и пластинчатой формой частиц глинистого вещества.

¹³ ГОСТ 166-89. 10 с.

¹⁴ ГОСТ 13078-81. 14 с.

¹⁵ ГОСТ 2156-76. 16 с.

¹⁶ ГОСТ Р 51568-99. 8 с.

Связующая способность глины выражается в том, что глина может связывать частицы непластичных материалов (песка, шамота и др.) и образовывать при высыхании достаточно прочное изделие – сырец.

Глины, содержащие повышенное количество глинистых фракций, обладают более высокой связностью, и, наоборот, глины с небольшим содержанием глинистых частиц имеют малую связность. С увеличением содержания песчаных и пылевидных фракций понижается связующая способность глины. Это свойство глины имеет большое значение при формировании изделий.

Характеристикой связующей способности глины служат:

- способность ее формоваться при добавлении различных количеств инертного вещества (отощителей);

- изменение механической прочности высушенного образца в зависимости от степени отошения. Если при аналогичном испытании используется глина без добавок, то его результаты характеризуют связность глины.

Связующая способность глины выражается в том, что она может связывать частицы непластичных материалов (песка, слюды, шамота и т. д.) и образовывать при высыхании достаточно прочное изделие – сырец. Основными признаками спекания образца являются образование на его поверхности плотной корки, появление незначительного блеска и резкое изменение цвета.

Определение указанных показателей ведется на образцах, обожженных при различных температурах.

Связность глины и каолина, характеризующая прочность сырца после сушки, определяется величиной усилия, которое необходимо приложить для разъединения частиц глинистого материала. Обычно сравнительную оценку связности производят по пределу прочности при изгибе сформованных из глины образцов, имеющих форму балочек и находящихся в воздушносухом состоянии. Обычно высокопластичные глины имеют предел прочности на излом более 25 кг/см^2 , тощие глины – ниже 15 кг/см^2 .

Связующая способность глин, т. е. их способность связывать добавки отощителя без значительной потери прочности сырца и образовывать хорошо формующуюся массу, обычно определяется по пределу прочности при изгибе балочек, которые сформованы из глинистой массы с различным, постепенно возрастающим содержанием отощающего материала.

Связующая способность глины характеризуется предельным количеством чистого кварцевого песка, при добавке которого в глину получается тесто с хорошими формовочными свойствами. Связность и связующая способность глин возрастает с увеличением содержания в них глинистых минералов.

Связующая способность глины может меняться в зависимости от подмешанных в неё компонентов. Она повышается при контакте с некоторыми поверхностно-активными веществами типа сульфитно-спиртовой барды.

Алюмосиликат также оказывает сильное влияние на связующую способность. Её уменьшает кремнезем, не связанный в глинистое вещество оксидом алюминия Al_2O_3 . Обожженное изделие получается пористое и хрупкое. Если глинистое сырье состоит из 80–85 % кремнезёма и не более 6–8 % оксида алюминия, то оно не годится даже для изготовления строительных материалов.

Чем выше пластичность, тем большая степень отошения может быть достигнута. Связующую способность оценивают различными методами, сравнивая характеристики самих глин и глин с разной степенью добавок, например ПАВ. В качестве ПАВ используют олеиновую кислоту, жидкое стекло или соду.

Рабочее задание

Определите влияние на связующую способность глины ПАВ, состав которого задан преподавателем.

Методические указания по выполнению лабораторной работы

Связующую способность можно оценить по значению прочности при изгибе. Для этого массы различного состава из смесей с нормальной формовочной влажностью раскатывают в виде пласта толщиной 8 мм. Металлической формой с заостренными краями вырезают плитки размером 65×15 мм. Можно использовать специально отформованные образцы длиной 120–150, шириной 15–25 мм и толщиной 8–12 мм. Образцы высушивают при 105–110 °С на воздухе, а затем в сушильном шкафу и охлаждают в эксикаторе. Для испытаний отбирают образцы с ровной поверхностью, не деформированные в сушке.

Изгибающее действие намного сложнее, чем сжимающее или растягивающее, поскольку в пределах сечения образца действуют и растягивающие (в нижних слоях), и сжимающие (в верхних слоях) напряжения. При этом максимальные напряжения возникают на верхней и нижней поверхностях образца, поэтому на предел прочности при изгибе ($\sigma_{\text{и}}$) влияет расстояние от нейтрального слоя до поверхности образца.

Для прямоугольной балочки шириной b , высотой h (рис. 5.1) и расстоянием между опорами l максимальные поверхностные напряжения при разрушающем усилии F_3 для трехточечного и четырехточечного F_4 изгибов соответственно составят, Па:

$$\sigma_{и}^3 = \frac{3Fl}{2bh^2}; \quad \sigma_{и}^4 = \frac{3Fl}{bh^2}. \quad (5.1)$$

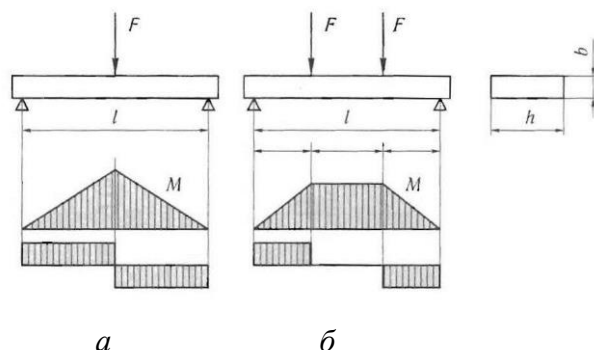


Рис. 5.1. Образцы и схемы нагружения при определении прочности при трех- (а) и четырехточечном (б) изгибе [5, 8]

Данные, полученные при трехточечном изгибе, всегда на 25 % выше, чем при четырехточечном изгибе. Это связано с тем, что максимальное усилие при трехточечном изгибе (рис. 5.1, а) действует на образец в одном сечении, а при четырехточечном (рис. 5.1, б) – в двух, поэтому в последнем случае вероятность попадания дефекта в промежутки между сечениями максимальных напряжений намного больше.

Связующая способность может быть оценена по числу пластичности на приборе Васильева.

Форма записи результатов

Результаты определения предела прочности при изгибе записывают в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Испытание образцов на изгиб

Номер образца	Состав шихты	Линейная усадка, %	Разрушающее усилие, Н	Предел прочности при изгибе $\sigma_{и}^3$, Па	Среднее значение, Па

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

По результатам выполненной работы оформляют отчет и предъявляют его преподавателю на очередном занятии. Отчет должен содержать:

- краткое описание работы;
- схему измерений;
- результаты эксперимента в виде таблицы;
- выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под связующей способностью глин?
2. Какими методами можно определить связующую способность глин?
3. На каких образцах измеряют предел прочности при изгибе?
4. По какой формуле рассчитывают предел прочности при изгибе?
6. Какое влияние на связующую способность глины оказывает ПАВ?

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ КЕРАМИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ

Цель работы: определение термической стойкости образцов.

Продолжительность работы – 4 ч.

Оборудование и материалы: перечень оборудования и материалов, используемых в данной лабораторной работе, приведен в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оборудование и основные технические характеристики

Наименование	Тип/марка	Параметры
Образцы для испытаний	Глазурованная плитка	3...5 шт.
Сушильный шкаф	СМ 50/250–250 ШС	30...250 °С
Резервуар с водой	Пластик	3...5 л
Флакон с красящей жидкостью	—	5...10 мл
Ткань, губка	—	1...2 шт.

Краткие теоретические сведения

Изделия с покрытием, например глазурным, широко применяются в энергетике. Это, например, керамические изоляторы. Покрытие в период эксплуатации претерпевает термические и электромагнитные нагрузки. При перепадах температуры на поверхности изделия образуются дефекты. Покрытые изделия испытывают на термическую стойкость. Глазурованные плитки испытываются по ГОСТ 27180 [9].

Одним из главных в технологии глазурованных керамических материалов является вопрос о характере связи и силе сцепления между керамическим черепком и глазурью. Сцепление между фазами в гетерогенных системах определяется соотношениями их поверхностной энергии, величиной поверхностного натяжения и сцеплением между фазами, осуществляемыми как за счет сил Ван-дер-Ваальса между фазами, так и образования промежуточных соединений. Для оценки возможного взаимодействия между фазами в глазурованных керамических композиционных материалах принято

рассматривать смачивание между компонентами. Некоторые авторы полагают, что в случае хорошей смачиваемости глазурию керамического черепка между ними обязательно существует некоторое химическое взаимодействие в тонком поверхностном слое на границе раздела фаз. Полагают также, что слабое смачивание глазурию объясняется отрицательным электрическим зарядом, существующим на поверхности керамики [9].

Термическая стойкость глазурованных керамических композиционных материалов в основном зависит от правильного подбора керамического черепка и глазури. На практике обычно состав глазури подгоняют к составу керамических материалов, а не наоборот, т. е. в случаях их несоответствия изменяют состав глазури.

Одну и ту же глазурь нельзя применять для всех сортов керамических изделий. При определении пригодности глазури для покрытия глазурованных керамических материалов необходимо учитывать температуру их обжига, цвет керамики после обжига и соответствие коэффициентов термического расширения изделия и глазури. Если коэффициент расширения глазури меньше коэффициента расширения керамического материала, глазурь отскакивает. Если коэффициент расширения глазури больше, то при охлаждении изделия она растрескивается (цек глазури), поэтому очень важно подобрать состав глазури. Для получения керамических композиционных материалов с повышенной термостойкостью необходимо правильно подобрать глазурь к керамическому черепку [9].

Рабочее задание

Испытайте на термическую стойкость глазурованные плитки.

Методические указания по выполнению лабораторной работы [10]

Испытание глазурованного покрытия на термостойкость проводят на глазурованных плитках.

Перед испытанием высушивают до постоянной массы 3 плитки для внутренней облицовки или 5 плиток для полов или фасадов зданий. Плитки тщательно осматривают, на поверхности не должно быть видимых дефектов (волосяных трещин, посечек, отколов глазури). Затем плитки устанавливают в нагретый сушильный шкаф. При достижении в шкафу температуры 100 °С (глазурованные фасадные плитки) или 125 °С (плитки глазурованные половые предназначенные для внутренней облицовки стен, покрытые белой глазурью) образцы выдерживают в течение 20 мин (плитки фасадные

и половые) или 30 мин (плитки, предназначенные для внутренней облицовки). После выдержки плитки вынимают из шкафа и сразу опускают в сосуд с проточной водой, температура которой составляет от +15 до +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 (визуально не будут видны трещины, заполненные красителем).

Форма записи результатов

Результаты испытаний заносят в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты испытания глазурованного покрытия на термостойкость

Номер образца	Вид образца с покрытием	Количество циклов нагрев/охлаждение	Внешний вид покрытия	Термическая стойкость

Требования к оформлению отчета по лабораторной работе

По результатам выполненной работы оформляют отчет и предъявляют его преподавателю на очередном занятии. Отчет должен содержать:

- краткое описание работы;
- выводы по работе о термостойкости образцов.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под термостойкостью покрытия?
2. Какими методами можно определить термостойкость покрытия?
3. Когда покрытие считается термостойким?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 3594.10-93. Глины формовочные. Метод определения коллоидальности : принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации 21 октября 1993 г. : взамен ГОСТ 3594.10-77 в части формовочных глин : дата введения 1995-01-01. – Москва : Стандартиформ, 1995. – 3 с.

2. ГОСТ 9169-75. Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 5 ноября 1975 г. № 2782 : взамен ГОСТ 9169-59 : дата введения 1976-07-01 / разработан и внесен министерством промышленности строительных материалов СССР. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 6 с.

3. ГОСТ 21216-2014. Сырье глинистое. Методы испытаний : введен Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2014 г. № 1832-ст / разработан ЗАО «НИИКерамзит» и НО «СПКиК». – Москва : Стандартиформ, 2015. – 40 с.

4. Технология строительной керамики : методические указания к выполнению лабораторных работ / М. Н. Мороз, В. Л. Хвастунов, В. И. Калашников, Р. И. Ибрагимов; под общей редакцией доктора технических наук, профессора Ю. П. Скачкова. – Пенза : ПГУАС, 2013. – 60 с.

5. Практикум по технологии керамики : учебное пособие / Н. Т. Андрианов, А. В. Беляков, А. С. Власов [и др.]; под редакцией профессора И. Я. Гузмана. – Москва : РИФ «Стройматериалы», 2005. – 336 с.

6. Мороз Н. Н. Фарфор, фаянс, майолика / Н. Н. Мороз. – Киев : Техника, 1975. – 315 с.

7. Керамические материалы / Г. Н. Масленникова, Р. А. Мамаладзе, С. Мидзута, К. Коумото; под редакцией Г. Н. Масленниковой. – Москва : Стройиздат, 1991. – 313 с.

8. ГОСТ Р 58527-2019. Материалы стеновые. Метод определения предельной прочности при сжатии и изгибе : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 сентября 2019 г. № 647-ст : введен впервые. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 12 с.

9. Будников П. П. Химическая технология керамики и огнеупоров / П. П. Будников, Д. Н. Полубояринов. – Москва : Стройиздат, 1972. – 570 с.

10. ГОСТ 27180-2019. Плитки керамические. Методы испытаний : введен Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 октября 2019 г. № 1018-ст : взамен гост 27180-2001 : дата введения 2020-06-01 / разработан АПКМ, ООО «ВНИИСТРОМ «НЦК». – Москва : Стандартиформ, 2019. – 58 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Указания по технике безопасности	5
Лабораторная работа № 1. Изучение физико-химических характеристик глинистого сырья.....	6
Лабораторная работа № 2. Исследование дообжиговых свойств глинистого сырья.....	13
Лабораторная работа № 3. Влияние модифицирующих добавок на технологические свойства керамических масс	18
Лабораторная работа № 4. Исследование влияния модифицирующей добавки на сушильные свойства керамических масс	23
Лабораторная работа № 5. Исследование влияния поверхностно- активных веществ на связующую способность глин	28
Лабораторная работа № 6. Определение термической стойкости керамического изделия	33
Список литературы.....	36

Учебное издание

ФИЗИКО-ХИМИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Практикум

Составитель: **Женжурист** Ирина Александровна

Кафедра материаловедения и технологии материалов КГЭУ

Редактор С. Н. Чемоданова
Компьютерная верстка И. В. Красновой

Подписано в печать 06.10.2021.
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 2,27. Уч.-изд. л. 1,33.
Заказ 350/эл.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51