

# Лабораторная работа №1

## Классификация керамических материалов и их характеристика. Макроскопические исследования глинистого сырья. Формование образцов.

### Общие сведения

Керамика (греч. «keramos» – глина, гончарное искусство) – искусственный материал, получаемый обжигом до спекания минерального (в основном глинистого) сырья, прошедшего специальную технологическую подготовку.

По назначению керамические материалы можно разделить на следующие классы:

- строительная керамика;
- тонкая керамика;
- техническая керамика;
- огнеупоры.

## 1 СТРОИТЕЛЬНАЯ КЕРАМИКА

### 1.1 Стеновые материалы

Стеновые материалы – один из наиболее древних искусственных строительных изделий. Его возраст – более 5 тыс. лет. Он широко применяется для строительства зданий и сооружений различного назначения. К стеновым материалам относят *кирпич и керамические камни*. Последние по размерам больше кирпича, имеющего форму параллелепипеда с размерами 250×120×65 и 250×120×83 мм. С целью улучшения теплоизоляционных свойств, снижения массы, расхода сырья и топлива кирпич и камни выпускаются со сквозными или несквозными пустотами.

Водопоглощение кирпича и камней составляет 6–8%.

Для производства стеновой керамики в качестве сырья используется преимущественно легко- и тугоплавкие глины, суглинки, а также глины с включением карбонатов, известняков и полевошпатовых пород.

### 1.2 Кровельные материалы

К кровельным материалам относится *керамическая черепица* (ленточная, коньковая), отличающаяся высокой огнестойкостью и малой теплопроводностью.

Исходными материалами для изготовления черепицы служат легкоплавкие глины повышенной пластичности, не засоренные включениями, обладающие хорошими формовочными и сушильными свойствами и дающие после обжига спекшийся прочный черепок. В качестве отошающих материалов применяют кварцевый песок, шамот и дегидратированную глину.

### 1.3 Изделия для облицовки фасадов

Фасадная керамика – прекрасный облицовочный материал, имеющий хороший внешний вид, долговечность, невысокую стоимость.

В строительстве наиболее экономична *лицевая керамика* (кирпич и камни), которые, кроме конструктивных, выполняют и декоративные функции. Кирпич вырабатывают с естественно окрашенной лицевой поверхностью или двухслойной. Лицевая поверхность может быть покрыта глазурью, ангобом, оплавлена плазмой.

*Фасадные керамические плитки* выпускают широкой цветовой гаммы, неглазурованные и покрытые глазурью. Водопоглощение их составляет 8–10%, должны обладать требуемой морозостойкостью.

#### **1.4 Изделия для внутренней облицовки**

К группе изделий для внутренней облицовки относят *плитки керамические для полов*, используемые в помещениях с влажным режимом, агрессивными (разрушающими) средами, там, где полы подвергаются значительному истиранию, или к чистоте помещений предъявляются повышенные требования; а также *плитки для внутренней облицовки стен* – для отделки внутренних вертикальных поверхностей зданий.

Плитки выпускают различных типов и размеров. Водопоглощение не должно превышать 16%, из полиминеральных глин – 24%. Сырьем служат глины и каолины, отощители – кварцевый песок, жженный каолин, бой (брак) изделий. В качестве плавней применяются нефелин-сиенит, перлит, шлаки, мел, стеклобой в сочетании с мелом, тальком, доломитом, волластонитом.

#### **1.5 Изделия для подземных коммуникаций**

*Дренажные трубы* – служат основным материалом при мелиоративных работах для устройства водоотводных сетей, понижающих уровень грунтовых вод а сельском хозяйстве, строительстве сооружений и дорог.

Для производства дренажных труб используют в основном легкоплавкие глины, аналогичные используемым в производстве кирпича. В качестве отощителя используют кварцевый песок, дегидратированную глину, шамот; выгорающими добавками служат уголь, топливные шлаки, опилки. Черепок труб пористый с водопоглощением не более 18%.

*Канализационные керамические трубы* предназначены для транспортировки сточных вод и жидких отходов производств в хозяйственных и промышленных канализационных сетях. Керамический черепок труб плотный (водопоглощение не более 9%), водонепроницаемый и химически стойкий (кислотостойкость не менее 0,2%). Основное сырье – тугоплавкие или огнеупорные глины, в качестве отощителя используют шамот, полученный из тугоплавких глин.

#### **1.6 Санитарные керамические изделия**

*Санитарные керамические изделия* – умывальники, унитазы, бачки смывные и др., устанавливаемые в санитарных узлах жилых, общественных и промышленных зданий.

Изготавливают санитарную керамику из фаянсовых, полуфарфоровых и фарфоровых масс. Для их производства применяются беложгущиеся огнеупорные и тугоплавкие глины, содержащие 27–35% глинозема, до 2–5% красящих оксидов.

#### **1.7 Пористые заполнители**

*Керамзит* – гранулированный вспученный материал, имеющий в изломе структуру застывшей пены. Его выпускают в виде гравия (размер зерен составляет 5–40 мм) и песка (менее 5 мм).

*Аглопорит* – искусственный пористый материал, выпускаемый в виде щебня (фракции 5–40 мм) и песка (менее 5 мм).

Для пористых заполнителей – керамзита и аглопорита применяются легко-

плавкие глинистые породы (лесс, суглинок, сланцы глинистые) с добавками угля, шлака, опилок и др. Глинистая составляющая должна обладать способностью вспучиваться при нагревании за счет образования вязкого силикатного расплава и одновременного выгорания газообразующих продуктов.

## **2 ТОНКАЯ КЕРАМИКА**

### **2.1 Фарфор**

*Фарфор* – важнейший и интереснейший керамический материал. Черепок его плотный, спекшийся, в изломе раковистый, просвечивающийся в тонком слое. Открытая пористость фарфора менее 0,5%, истинная – 35%. Он обладает высокой прочностью, устойчивостью к действию кислот и щелочей.

В состав фарфора входят чистые разновидности каолина, кварца, полевого шпата и пластичные беложгущиеся глины. Фарфор обжигают таким образом, чтобы часть материала оплавлялась при обжиге и при охлаждении застывала в стекловидном состоянии. В фарфоре содержится до 40–60% стекловидной фазы.

### **2.2 Фаянс**

*Фаянс* – керамические изделия, имеющие плотный микропористый черенок (обычно белый) и покрытый бесцветной прозрачной глазурью. Фаянс, не покрытый глазурью, имеет водопоглощение около 10–14%, впитывает и пропускает жидкости и газы, в связи с чем его использование в технике ограничено. Используют его там, где требуется пористая керамика, например в бактериологических фильтрах. Глазурование улучшает технические характеристики фаянса.

### **2.3 Майолика и художественная керамика**

Изготавливается из естественно окрашенных легкоплавких глин, имеет различную окраску черепка с последующим декорированием глухими глазурями, а также цветными глазурями. Водопоглощение до 15%.

Невысокая механическая прочность и большая пористость данного вида керамики определяют и ассортимент, это в основном изделия декоративного назначения – вазы, кашпо, скульптура, панно. Из более качественных майоликовых масс изготавливают питьевые наборы, кувшины и т.п.

### **2.4 Глазури**

*Глазури* – это тонкое стекловидное покрытие толщиной 0,1–0,3 мм, образующееся на керамических изделиях в результате нанесения на них суспензий из легкоплавкой шихты с последующим обжигом изделий при высоких температурах. Глазурь придает керамическим изделиям водонепроницаемость, предохраняет от загрязнений, от действия кислот и щелочей, а также используется для декоративных целей.

Различают глухие, прозрачные, цветные, матовые, блестящие, кристаллические, кракле и др. глазури.

### **2.5 Керамические краски и пигменты**

*Керамические краски* представляют собой смеси минеральных пигментов с силикатами: керамическими массами, глазурями и флюсами.

В качестве *пигментов* в керамике используются оксиды некоторых металлов,

но главным образом искусственные минеральные соединения, аналогичные природным минералам: шпинели, корунду, гранату, виллемиту.

### 3 Техническая керамика

В основу классификации технической керамики положен признак наличия в изготовленном керамическом изделии определенного химического состава кристаллической фазы, преобладающей в этом виде керамики. Такой признак классификации позволяет объединить все существующие виды технической керамики в несколько основных классов.

#### *Оксидная керамика.*

К этому классу относится керамика из высокоогнеупорных оксидов – огнеупорные изделия, конструкционные детали, химически стойкие и электроизоляционные изделия, атомная энергетика, авиация. Оксидную керамику изготавливают на основе оксидов  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $BeO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $ThO_2$ ,  $UO_2$ .

#### *Керамика на основе силикатов и алюмосиликатов.*

Муллитовая, муллитокорундовая, клиноэнстатитовая, форстеритовая, кордиеритовая, цельзиановая, цирконовая, литийсодержащая, волластонитовая керамика на основе силикатов и алюмосиликатов применяется в электронике, радио- и электротехнике, вакуумной технике.

*Керамика на основе диоксида титана, титанатов, цирконатов, ниобатов и их соединений* с пьезоэлектрическими свойствами применяется в радио- и электронике, конденсаторной технике для пьезоэлементов, в радиоэлектронике.

*Керамика на основе шпинелей* (магнезиальная шпинель) находит применение в качестве огнеупоров, в электровакуумной и радиоэлектронике.

*Керамика на основе хромитов редкоземельных элементов* следующих видов: феррошпинель, хромитов лантана и иттрия используется в качестве высокотемпературных нагревателей, электропроводящих элементов, электронике и радиотехнике.

*Керамика на основе тугоплавких бескислородных соединений* (карбиды, нитриды, бориды, силициды) применяются как огнеупорные изделия, конструкционные детали, электронагреватели.

*Композиционные материалы* применяются в качестве огнеупорных и конструкционных материалов, электронагревателей.

Исходными компонентами для производства технической керамики являются чистые оксиды, которые подвергают, как правило, прокаливанию с целью стабилизации фазового состава, улетучивания влаги и легкоплавких примесей.

### 4 Огнеупоры

К огнеупорам относятся материалы и изделия, способные выдерживать механические и физико-химические воздействия при высоких температурах и применяемые для кладки различных теплотехнических агрегатах. Различают изделия огнеупорные (1580–1750°C), высокоогнеупорные (1770–2000°C) и высшей огнеупорности (>2000°C). По химическому составу огнеупоры делят на 11 типов – кремнеземистые, алюмосиликатные, магнезиальные, магнезиально-известковые, магнезиально-шпинелидные, магнезиально-силикатные, углеродистые, карбид-кремниевые, цирконистые, оксидные, бескислородные.

К *кремнеземистым огнеупорам* относятся дианас и кварцевая керамика, изготавливаемые на основе кремнезема.

Динас обладает большой огнеупорностью (1710–1730°C), очень высокой температурой деформации под нагрузкой (1670°C), хорошей устойчивостью к кислым расплавам, поэтому используется для кладки сводов печей, влетов горелок, насадок регенераторов.

Кварцевая керамика – высокотемпературный материал с низким температурным коэффициентом линейного расширения ( $\text{ТКЛР } 5 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$ ), обладающий высокой механической прочностью и химической стойкостью. Применяется в атомной, ракетной и других областях новой техники.

*Алюмосиликатные огнеупоры* получены на основе двухкомпонентной системы  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ . По содержанию  $\text{Al}_2\text{O}_3$  они подразделяются на полуокислые (10–28%), шамотные (28–45%) и высокоглиноземистые (>45%). Сырьем служат природные гидраты алюминия, технический глинозем, огнеупорные глины. Применяются для кладки большинства теплотехнических агрегатов.

Название *магнезиальные огнеупоры* определяет несколько типов и разновидностей огнеупоров, общий признак которых – наличие оксида магния. применяются для кладки печей и других агрегатов.

К *углеродсодержащим огнеупорам* относятся изделия, изготовленные из углерода и его соединений. Они подразделяются на графитовые, углеродистые и карборундовые. Изделия отличаются сверхвысокой огнеупорностью, высокими тепло- и электропроводностью, а также температурой деформации под нагрузкой, постоянством размеров и несмачиваемостью шлаками. Недостатками этих огнеупоров является сильная окисляемость при эксплуатации. Изделия применяются в ракетостроении, ядерной технике, черной и цветной металлургии, химической, газовой и других отраслях промышленности.

## **Микроструктура и текстура керамики и огнеупоров**

Свойства керамики определяются ее строением, под которым подразумевается взаимное распределение и сочетание составляющих ее фаз. Почти все керамические материалы по строению являются сложными системами, состоящими из кристаллической, стекловидной и газовой фаз.

Кристаллическая фаза – определяет фазовый состав и группу материалов. В структуре может быть либо одна, либо несколько кристаллических фаз в тех или иных соотношениях.

Стекловидная фаза – в керамических материалах находится наподобие прослоек между кристаллическими составляющими или обособленных микрообластей и выполняет в нем цементирующую роль. Количество и состав стеклофазы обусловлены наличием примесей и вводимыми в состав массы плавнями. Например, некоторые виды технической керамики содержат менее 1% стеклофазы, а стеатитовая и фарфор – 35–60%.

Газовая фаза представляет собой воздух и другие газы, содержащиеся в порах материала.

Взаимное распределение, физико-химическая природа и количественное соотношение кристаллических, стекловидной газовой фаз определяют строение керамического материала.

В строении керамики различают микроструктуру и текстуру. Под микроструктурой понимают природу кристаллических фаз, состав стекловидной фазы, а также их сочетание с порами. Текстура определяет зерна и поры в материале, их размеры,

объем, взаимное расположение. Микроструктура и текстура керамики зависят от многих факторов, главные из которых – вид исходных сырьевых материалов, технологические приемы их обработки и подготовки массы, методы формования, физико-химические процессы, протекающие при спекании.

Для полной характеристики микроструктуры, кроме данных о пористости, необходимо знать количество, размер, форму и распределение каждой из составляющих сложной керамической системы. В простейшем идеальном случае монофазной керамики этой составляющей будет одна – единственная кристаллическая фаза. Формирование микроструктуры такой керамики приводит к образованию агрегатов кристаллов, т.е. зерен, которые в период роста приобретают самую различную форму – столбчатую, призматическую, кубическую, сфероидальную или другой какой-либо специфический габитус.

Микроструктура микрокаменных материалов (фарфор, фаянс), в состав которых входят глинистые вещества, кварц, полевошпатовые породы – это оплавленные зерна кварца и кристаллы муллита, распределенные в стеклофазе полевошпатового состава. Количественное соотношение между структурными составляющими колеблется: у фарфора содержится около 50% стеклофазы, что придает ему уникальное свойство просвечиваемости, у фаянса это количество составляет 5–10%. По текстуре эта керамика относится к тонкозернистой.

В процессе термической обработки сырьевых материалов в фарфоровом черепке происходит ряд изменений, и высокое качество изделий определяется следующими условиями: механически прочные изделия должны содержать стекломуллитовую массу; крупнокристаллические скопления должны отсутствовать; содержание остаточных зерен кварца должно быть минимальным; крупных кристаллов кварца не должно быть; должно содержаться минимальное количество мелких изолированных пор; ветвистые и цепочечные поры нежелательны.

Мелкозернистая текстура также характерна для художественной керамики, изготовленной из этих же глин путем их тонкого помола.

Грубая строительная керамика, которая изготавливается преимущественно из легкоплавких глин с небольшими добавками различного назначения, по структуре относится к грубозернистым материалам из-за большого размера зерен и пор.

Местные легкоплавкие гидрослюдистые глины содержат, как правило, вермикулит, монтмориллонит, каолинит, хлорит, и более крупные примеси: полевой шпат, кварц, рутил, гидроксиды железа и другие включения, в том числе карбонатные и органические.

Микроструктура керамики, изготовленной из указанного сырья, представлена в основном, зернами видоизмененного глинистого вещества и кремнеземсодержащими фазами, сцементированными стекловидной фазой. Наличие муллита наблюдается в незначительных количествах и только при температуре обжига выше 1000°C; черепок после обжига значительно уплотняется, меняется характер пор.

Микротекстура аглопорита и керамзита характеризуется наличием остаточной и вновь образованной кристаллической фаз, стекловидной фазы и значительным количеством газообразной фазы. Часто присутствуют новообразования в виде темных включений пирита и пирротина.

Структура фаянса представлена зернами дегидратированного глинистого вещества (каолинита, монтмориллонита), кварца, сцементированных небольшим количеством стекловидной фазы, которая образуется при взаимодействии легкоплавких составляющих массы с глиной, каолином, кварцем.

## Порядок выполнения

1. Разделить керамические материалы на классы: строительная, тонкая, техническая керамика и огнеупоры.
2. Определить материалы каждого класса по внешним признакам и физическим свойствам.
3. Результаты записывают по форме таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Классификация керамических материалов

№	Наименование	Класс	Подкласс	Цвет	Микроструктура	Текстура

## Макро- и микроскопическое описание глинистого сырья

**Общие сведения.** Среди основных видов сырья, используемого в производстве изделий строительной и бытовой керамики, 2/3 общего объема составляют глины, являющиеся основным, а иногда и единственным компонентом при производстве ряда изделий. К глинам относятся осадочные породы, отличающиеся разнообразием состава, обязательным присутствием глинистых минералов, дисперсностью (преимущественным содержанием фракций менее 10 мкм) и способные при затворении водой образовывать пластичное тесто.

По происхождению различают глины остаточные (первичные), образовавшиеся в результате накопления глинистых продуктов коры выветривания, и переотложенные (вторичные), образовавшиеся вследствие размыва и отложения в другом месте продуктов выветривания остаточных месторождений. Гранулометрический состав остаточных глин, как правило, варьируется от тонкодисперсных в верхней части залежи до грубодисперсных в нижней. При выветривании основных пород (содержащих 40–55%  $\text{SiO}_2$ , здесь и далее по тексту массовое содержание) возникают преимущественно монтмориллонитовые глины, средних и кислых (при содержании  $\text{SiO}_2$  55–60 и 65–75% соответственно) – каолинитовые и гидрослюдистые глины. Осадочные глины образуются в результате переноса и переотложения продуктов коры выветривания. Среди глин, которые нашли широкое применение в производстве керамики, преобладают каолинитовые, каолинито–гидрослюдистые, а также глины, содержащие то или иное количество монтмориллонита и полиминеральных образований.

Макроскопическую характеристику составляют на основании осмотра валовой пробы глины с помощью лупы или невооруженным глазом (рис. 1). При этом отмечают следующие данные: цвет и оттенок (в сухом и влажном состоянии), структуру, текстуру, наличие известняка и его распределение (вскипание от воздействия 10%-ной  $\text{HCl}$ ), содержание других примесей (слюды, кварца, гипса, пирита, органических включений).

**Цвет.** Окраска глин разнообразна и меняется в зависимости от минерального состава основной массы глин, так называемого глинистого вещества, и присутствия в ней красящих компонентов. Примеси ряда соединений даже в незначительном количестве вызывают изменение основного цвета глины. Окрашивающими являются тонкодисперсные гидрооксиды и оксиды железа, органические вещества и реже оксиды титана и марганца. Гидрооксиды и оксиды железа окрашивают глины в различные оттенки желтого, красного и фиолетового цветов, оксиды титана – в серый и оксиды марганца –

в черный и бурый цвета. Часто встречаются глины неоднородной окраски – пятнистые, что обуславливается неравномерным распределением в массе глины красящих компонентов.

**Структура и текстура глин.** По структуре различают глины тонкодисперсные, крупнодисперсные, алевролитовые, песчаные и разнотекстурные.

*Тонкодисперсные глины*, состоящие в основном из частиц менее 0,001 мм, при скатывании из массы в состоянии формовочной влажности (глина, затворенная водой, не липнет к рукам и металлу), образует без разрыва сплошности длинные шнуры толщиной менее 0,5 см. При раскатывании влажной глины в руках отдельные частицы ее не ощущаются, а при разрезании ножом не слышно характерного хруста и на месте разреза получается гладкая поверхность. При рассмотрении в лупу глина имеет однородную массу; излом – чешуйчатый или очень ровный, для уплотненных глин – иногда раковистый.

*Крупнодисперсные глины* при скатывании дают более толстые и короткие шнуры. При растирании влажной глины в руках, а также разрезании ножом чувствуется примесь частиц более крупных, чем глинистые (говорят, что «глина хрустит»). В лупу иногда видны отдельные мелкие зерна минеральных примесей. Излом породы слабошероховатый.

*Алевролитовые глины* при скатывании во влажном состоянии дают короткие шнуры. При разрезании ножом глина сильно хрустит. В лупу видны отдельные крупные частицы минералов, которые можно легко отделить, если на ладони слегка отмыть глину, удалив глинистые и пылевые частицы. Излом породы неровный, шероховатый.

*Песчаные глины* дают при скатывании еще более короткие и толстые, быстро рвущиеся шнуры. Четко ощущается присутствие частиц более 0,01 мм. Излом породы неровный, зернистый.

Текстура глинистых пород бывает трех основных типов: беспорядочная (неориентированная) – комковатая, плотная; микрослоистая (ориентированная); флюидальная (спутанная) – типа сланцевой.

При *беспорядочной текстуре* частицы расположены без какой-либо ориентировки. Эта текстура характерна для грубозернистых и реже тонкозернистых пород. Она может быть рыхлой, комковатой и т. п. При *микрослоистой текстуре* частицы породы располагаются ориентированно, как бы слоями. По характеру и расположению слоев различают текстуры горизонтально-слоистые, косослоистые, линзовидно-слоистые и сложные, определяемые сочетанием трех первых разновидностей слоистой текстуры. *Флюидальная текстура* встречается редко и представляет результат вторичного нарушения слоистой текстуры.

**Примеси и включения.** Минеральные примеси и включения обычно определяют визуально. Наиболее распространены в глинах, особенно низкого качества, карбонаты кальция и магния. В глине карбонаты встречаются в тонкодисперсном состоянии или в виде грубых включений. Тонкодисперсные карбонаты безвредны. Грубые включения карбонатов (более 0,5 мм – «дутики») приводят к образованию в процессе обжига зерен СаО, которые гидратируются в готовых изделиях, поглощая влагу из воздуха по реакции гашения извести, идущей со значительным увеличением объема:



Примеси СаСО<sub>3</sub> в глине легко обнаружить по выделению углекислого газа при

действии на влажную глину 10%-ной HCl (вскипание), примеси MgCO<sub>3</sub> – при действии горячей 10%-ной HCl.

Кварц (SiO<sub>2</sub>) обычно присутствует в глинах в виде окатанных бесцветных или окрашенных зерен, которые можно увидеть невооруженным глазом или с помощью лупы.

*Для проведения анализа необходимы:* проба глины, лупа, раствор 10%-ной HCl, стеклянная пластинка, оптический микроскоп МБС-10.

Результаты осмотра записывают по форме таблицы 2.

Таблица 1.2 – Макроскопическое описание глинистого сырья

Наименование сырья	Цвет и оттенок	Структура, текстура, запесоченность	Наличие известняка и его распределение (проба на 10%-ную HCl) *	Содержание других примесей
1	2	3	4	5

### Формование образцов

Изготовление полуфабриката из пластичных масс (влажность 20–25 %) является до сих пор весьма распространенным способом керамической технологии.

Процессы пластического формования основываются на использовании соответствующего глинистого сырья – глин и каолинов, образующих при увлажнении водой тестообразные массы, способные к пластичному течению, т.е. к изменению формы без разрыва сплошности под влиянием приложенных внешних сил и к ее сохранению после снятия этих усилий.

Шликерное литье основано на способности компонентов керамических масс давать устойчивые суспензии в водной среде, заполнять пористую форму вследствие текучести, а также воспроизводить ее конфигурацию с образованием уплотненного пристеночного слоя.

При заливке шликера в пористую форму под ее отсасывающим действием в дисперсной системе возникают микропотоки частиц, в результате чего начинается осаждение твердой фазы на внутренней поверхности формы при одновременном поглощении жидкой фазы ее порами. Литье изделий в пористые формы является, по существу, процессом фильтрования, происходящим в трехслойной системе: шликер – уплотненный слой – гипсовая форма. При этом пористость последней имеет исключительное значение, поскольку процесс образования черепка обеспечивает капиллярное давление, создающее мениски воды в порах гипсовой формы.

#### Проведение анализа.

Для установления влажности массы существуют различные методы, наиболее простым из которых является определение влажности по потере массы материала при его высушивании.

Навеску влажного материала (20–50 г) помещают в высушенный металлический либо стеклянный бюкс с известной или предварительно определенной массой ( $m_6$ ) и взвешивают (масса  $m_0$ ). Затем пробу помещают в сушильный шкаф или радиационную сушилку и высушивают до постоянной массы при температуре  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Продолжительность сушки зависит от влажности, крупности кусков,

пластичности, дисперсности частиц, применяемого метода сушки и колеблется от 20 мин до 4 часов.

Высушенную до постоянной массы ( $m_1$ ) пробу охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Относительная влажность определяется из выражения:

$$W_{\text{отн}} = \frac{m_0 - m_1}{m_0 - m_6} \cdot 100\% , \quad (1)$$

а абсолютная влажность по формуле:

$$W_a = \frac{m_0 - m_1}{m_1 - m_6} \cdot 100\% \quad (2)$$

Для проведения испытаний необходимы: бюксы металлические или стеклянные, весы технические с разновесом, сушильный шкаф или радиационная сушилка.

*Пластическое формование.* Заранее подготовленную пластическую массу отбивают, раскатывают в пласт толщиной 15 мм и формуют образцы размером 60×30×15 мм, используя разборные металлические формы. Стенки формы предварительно смазывают машинным маслом. Отформованные образцы оправляют от заусениц и укладывают на ровную поверхность. На поверхность образцов специальным шаблоном по диагонали ставят метки, расстояние между которыми 50 мм. Образцы нумеруют, отмечая их номер и температуру спекания.

Сушку образцов ведут на воздухе в течение суток, а затем досушивают в сушильном шкафу при температуре  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  в течение 1 ч до остаточной влажности не более 3%.

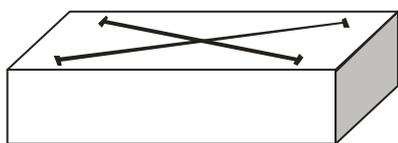


Рисунок 1 – Опытный образец

*Шликерное литье.* Шликерная подготовка используется при исследовании каолинов, глин и глино-содержащих масс. Шликер заливают в гипсовую форму, выдерживают некоторое время необходимое для набора черепка (толщина стенки 2–3 мм), после чего остатки

массы сливают. Полуфабрикат изделия сушится вместе с формой до приобретения прочности в воздушно-сухом состоянии, затем извлекается из нее и досушивается в сушильном шкафу при температуре  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  в течение 1 ч до остаточной влажности не более 1%.

Обжиг образцов производят в лабораторной электрической печи. Под печи, подставки и ряды образцов пересыпаются техническим глиноземом для предотвращения прилипания. Образцы обжигаются в интервале температур: легкоплавкие глины –  $900\text{--}1150^\circ\text{C}$ ; тугоплавкие и огнеупорные –  $1050\text{--}1250^\circ\text{C}$ .