



Строительные материалы

Тема 5

**КЕРАМИЧЕСКИЕ
МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

Термины технологии керамики

Керамикой называют искусственные каменные материалы и изделия, получаемые в процессе технологической обработки минерального сырья, способного при затворении водой образовывать пластичное тесто, которое формуется, затем в высушенном состоянии обладает небольшой прочностью, а после обжига приобретает камнеподобные свойства.

Керамические материалы – это искусственные каменные материалы, полученные из глинистого сырья и смесей его с органическими и минеральными добавками.

Керамический черепок – это искусственный каменный материал, из которого состоят керамические изделия после обжига.



Сырьевые компоненты для производства керамических материалов

Глинистое сырье

осадочная горная порода, продукт выветривания
изверженных полевошпатных горных пород
природная смесь

гидратированных алюмосиликатов

Размер зерен (частиц) менее 0,005 мм

Основные глинистые минералы

Каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

Монтмориллонит $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 4H_2O$

Добавки

- отощающие
- пластифицирующие
- порообразующие
- плавни
- специальные
 - разувлажняющие
 - нейтрализующие
 - окрашивающие
 - отбеливающие
 - для повышения морозостойкости

Химический состав глин					
SiO ₂ кремнезем	Al ₂ O ₃ глинозем	Fe ₂ O ₃	CaO CaCO ₃	MgO	Na ₂ O + K ₂ O
40-80 %	8-50 %	0-15%	0,5-25%	0-4%	0,3-5%

Основные свойства глинистого сырья

пластичность

связующая
способность

усадка

спекание

ГОСТ 9169-75 сырье глинистое для керамической промышленности



пластичность

способность глиняного теста деформироваться под влиянием внешних воздействий без нарушения сплошности, без образования трещин и разрывов и сохранять полученную форму после прекращения воздействий

число пластичности W_{Π}

$$W_{\Pi} = W_T - W_P$$

W_P - граница раскатывания
соответствует минимальной влажности, при которой глинистое сырье из твердого состояния переходит в пластичное

W_T – граница текучести
соответствует максимальной влажности, при которой глинистое сырье из пластичного состояния переходит в текучее

глины	W_{Π}
высокопластичные	> 25
среднепластичные	15 -25
умереннопластичные	7-10
малопластичные	5-7
непластичные	не дают пластичного теста

усадка

способность глины изменять свой объем в процессе изменения влагосодержания (при сушке и обжиге)

воздушная усадка

5-10%

связана с удалением воды из свежеформованного сырца в процессе сушки при температурах до 110°C

+

огневая усадка

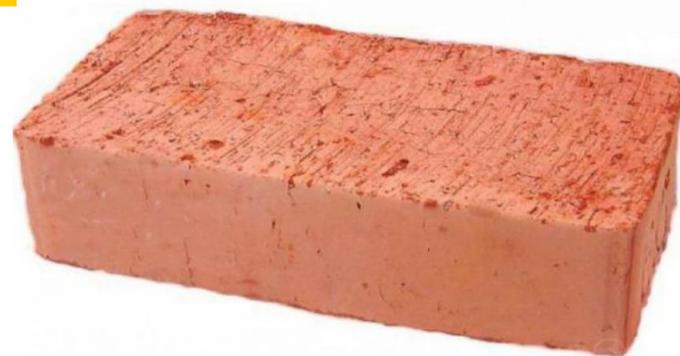
2-8%

изменение линейных размеров сырца под влиянием физико-химических процессов при температурах обжига более 1000°C

=

полная усадка

5-18%



связующая способность

свойство глин сохранять пластичность при смешении с непластичными материалами.

Определяется количеством песка, при введении которого в глинистое сырье образуется тесто с числом пластичности не менее 7 .



глины	количество добавляемого песка (в %)
жирные	> 50
пластичные	20 -50
тощие	<20

спекание

- способность глины при обжиге переходить в камневидное состояние

Глинистое сырье **может спекаться** при различных температурах
низкотемпературное (до 1100°C)
среднетемпературное (1100-1300°C)
высокотемпературное (выше 1300°C)

По температуре плавления глины
легкоплавкие (ниже 1350°C)
тугоплавкие (1350°C - 1580°C)
огнеупорные (1580°C - 2000°C)
высшей огнеупорности (более 2000°C)

Процесс уплотнения черепка вследствие спекания в процессе обжига характеризуется водопоглощением полученного материала

керамический черепок

ПОРИСТЫЙ

водопоглощение **более 6%**

керамические стеновые
кирпич и камень
изделия для кровли
дренажные трубы
облицовочные плитки

ПЛОТНЫЙ

водопоглощение **менее 6%**

плитки для пола
санитарный фарфор
глиняный кирпич
керамогранит

Добавки к глинистому сырью

Вид добавки	Функция	Примеры
Отощающие	Для улучшения сушильных свойств, для уменьшения усадки, предотвращения деформаций и трещин	Дегидратированная глина, шамот (обожженная глина), шлаки, золы, кварцевый песок, кремнезем-содержащие породы
Пластифицирующие	Для повышения пластичности, для придания формовочных свойств	Бентониты, высокопластичные глины, ПАВ
Порообразующие	Для повышения пористости, снижения средней плотности изделий и улучшения теплоизоляционных свойств	Древесные опилки, угольный порошок, торфяная пыль, мел, доломит
Плавни (флюсы)	Для снижения температуры обжига	Доломит, мел, магнезит, тальк, песчаник, стеклобой, перлит
Специальные	Для повышения кислотостойкости	Песчаные смеси, затворенные жидким стеклом
	Для получения цветных покрытий	Оксиды кобальта, хрома, титана, железа
	Для декоративных покрытий: - глазурь - ангоб	Кварцевый песок, каолин, соли щелочных металлов

Основные технологические переделы в производстве керамических материалов.

- добыча глины
- подготовка сырьевой массы
- формование изделий
- сушка изделий
- обжиг изделий
- охлаждение изделий
- декорирование изделий
- сортировка и хранение керамических изделий

Добыча глины



СМ 2016 керамика

Подготовка сырьевой массы

естественная обработка
выветривание
вымораживание
вылеживание

разрушить
природную структуру
глины

удалить из глины
вредные
водорастворимые
примеси

механическая обработка
рыхление
измельчение
перемешивание

- разрушить природную структуру глины
- удалить из глины вредные примеси
- удалить крупные включения
- измельчить глину и добавки
- смешать глину с добавками
- увлажнить сырьевую массу
- перемешать все компоненты до получения однородной массы
- удалить вовлеченный воздух
- получить удобоформуемую массу

Формование керамических изделий

Способы подготовки формовочной массы

Сухой	Пресс-порошок с влажностью 2-6% . Нет операции сушки. Каждое изделие формуют отдельно. Многократное прессование под давлением до 30 МПа	плиты для полов
Полусухой	Пресс-порошок с влажностью 8-12% . Каждое изделие формуют отдельно Двухстороннее прессование в прессформах на гидравлических или механических прессах при давлении 15 МПа.	керамический кирпич полусухого прессования, плитки для полов, облицовочные плитки
Жесткий	Получение теста с влажностью от 13 до 18% . Ленточное формование на вакуумных шнековых или гидравлических прессах. Давление прессования до 20 МПа. Резание изделий.	сплошные и пустотелые кирпичи, камни, блоки; черепица
Пластический	Получение теста с влажностью от 18 до 23% . Ленточное формование на вакуумных шнековых прессах с подогревом. Давление прессования 1,6-7 МПа. Глиняный «брус» разрезается на изделия.	керамический кирпич пластического формования, черепица, плитки, трубы
Шликерный	Сырье измельчают и смешивают с водой (до 45%), получая шликер. Отливка изделий сложной формы методом литья с применением гипсовых форм.	фарфоровые и фаянсовые сантехнические изделия, облицовочные плитки

Сушка изделий

процесс удаления влаги из принявшего законченную форму сырца до содержания влаги 5-6%. Производится во избежание неравномерной усадки, искривлений и растрескивания при дальнейшем обжиге керамических изделий.

естественная

- зависит от температуры и влажности окружающей среды
- регулируется только воздушным потоком, омывающим изделия
- необходимы большие сушильные площади
- продолжительность до 20 суток

искусственная

- осуществляется за счет регулируемого подвода энергии (теплоноситель - горячий воздух)
- в сушилках непрерывного и периодического действия
- режим сушки зависит от вида изделия
- прогрев при температуре 120 - 200 °С до 72 часов

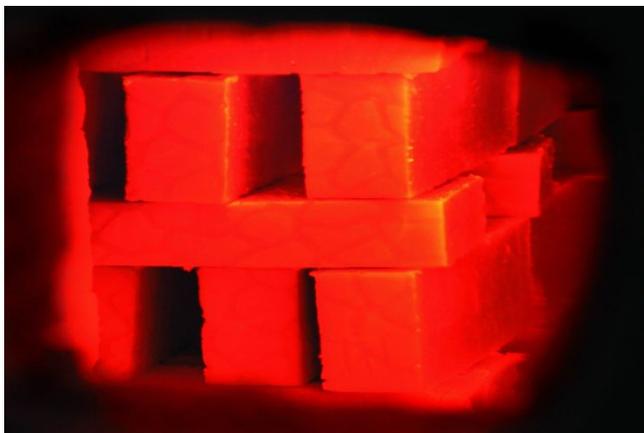
Обжиг керамических изделий

процесс высокотемпературной обработки глиняного сырца, при которой он превращается в камневидный материал.

Длительность процесса обжига керамического кирпича в туннельной печи 18...36 ч.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ

- прогрев сырца
от 50 до 800°C
- собственно обжиг
(выдержка при 800-1000°C)
- регулируемое охлаждение
от 1000 до 50°C



Интервал температур обжига	Изделие
от 900 °С до 1100 °С	кирпич, камни, керамзит
от 1100 °С до 1300 °С	клинкерный кирпич, плитки для полов, гончарные изделия, фаянс
от 1300 °С до 1450 °С	фарфоровые изделия
от 1300 °С до 1800 °С	огнеупорная керамика

Печи для обжига

- кольцевые
- туннельные
- щелевые



Внешний вид туннельной печи обжига

Химические и физико-химические процессы при обжиге при производстве керамического кирпича

120 - 200°C	удаление физически связанной воды, остаточной влаги (воздушная усадка)
500...600°C	удаление химически связанной воды
800...900°C	разложение обезвоженной глины на оксиды Al_2O_3 и SiO_2
1000...1200°C	образование новых водостойких и тугоплавких минералов силлиманита $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ муллита $3 Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2$
900... 1200°C	образование некоторого количества расплава из легкоплавких минералов глины

Декорирование керамических изделий

глазурование

блестящая поверхность

нанесение на керамическое изделие тонкой пленки специального состава толщиной 0,1 ... 0,3 мм, после повторного обжига образуется стекловидный слой



ангобирование

матовая поверхность

нанесение перед обжигом на поверхность необожженного изделия тонкого слоя белой или цветной глины толщиной 0,1 .. .0,5 мм



Сортировка и хранение керамических изделий

Виды брака

- **недожженный кирпич** (недожог) алого цвета, не применяется из-за низкой прочности, водо- и морозостойкости
- **пережженный кирпич** (пережог — «железняк») фиолетово-бурого цвета повышенной плотности, с оплавленной поверхностью и искаженной формой



Классификация керамических изделий по назначению

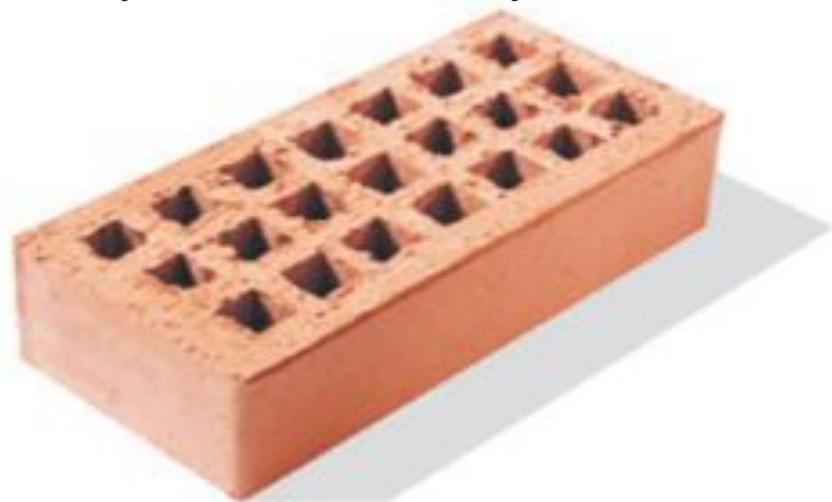
- стеновые изделия — кирпич, керамические камни и панели из них;
- фасадные изделия — лицевой кирпич, различного рода плитки; архитектурно-художественные детали, наборные панно;
- изделия для внутренней облицовки стен — глазурованные плитки и фасонные детали к ним (карнизы, уголки, пояски);
- плитки для облицовки пола (керамогранит);
- изделия для перекрытий (балки, панели, специальные камни);
- кровельные изделия — черепица;
- санитарно-строительные изделия — умывальные столы, унитазы, ванны;
- дорожные изделия — клинкерный кирпич;
- изделия для подземных коммуникаций — канализационные и дренажные трубы;
- заполнители бетонов (керамзит, аглопорит);
- теплоизоляционные изделия (керамзитокерамические панели, ячеистая керамика, диатомитовые и шамотные легковесные изделия);
- специального назначения (кислотоупорные и огнеупорные материалы)

Кирпич и камни керамические (ГОСТ 530-2012)

применяются для кладки и облицовки несущих и самонесущих стен и других элементов зданий и сооружений.



**Кирпич нормального формата
(одинарный) полнотелый
250x120x65**



**Кирпич нормального формата
(одинарный) пустотелый
250x120x65**

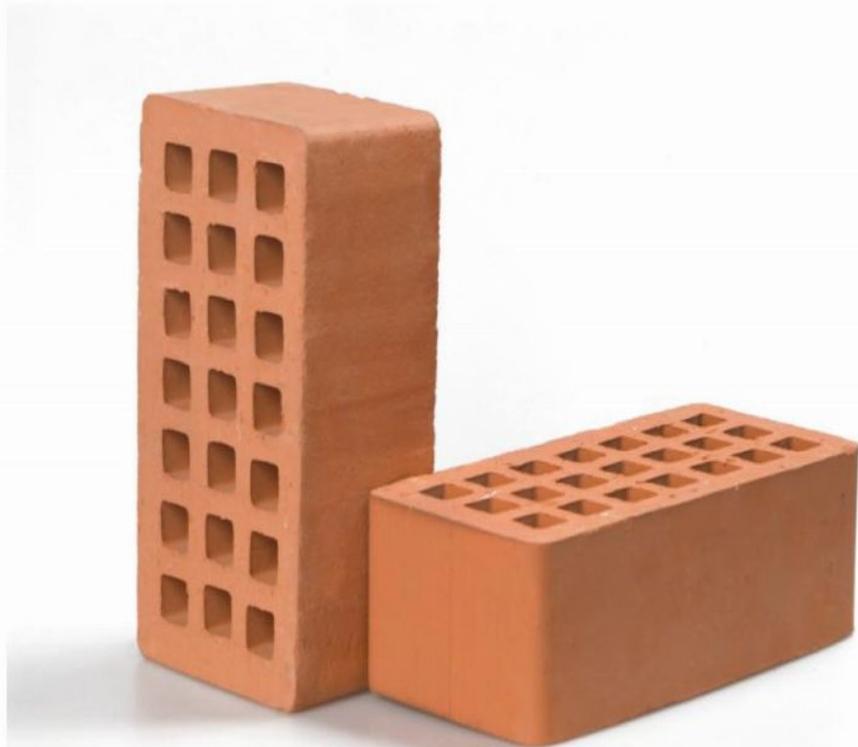
керамический кирпич марки по прочности
М100, М125, М150, М175, М200, М250, М300

керамический кирпич марки по морозостойкости
F25 , F35, F50, F75, F100, F200, F300

Керамический кирпич пустотелый

Пустоты в изделиях могут располагаться

перпендикулярно постели
(вертикальные)



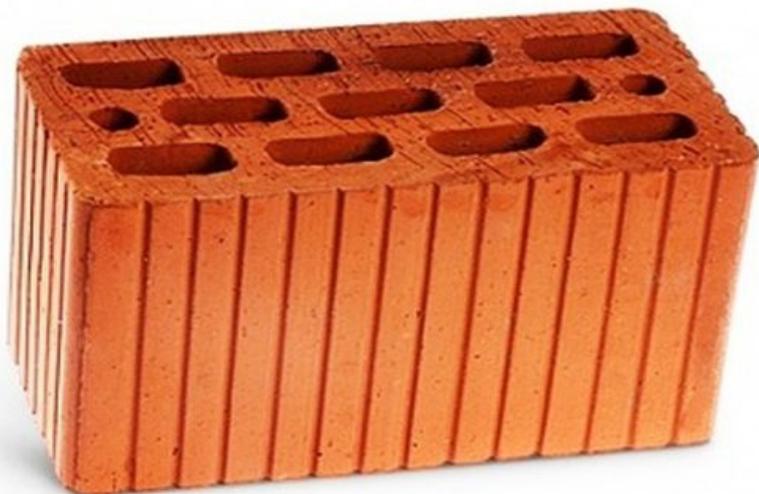
параллельно постели
(горизонтальные)



Камни керамические

крупноформатные пустотелые керамическое изделия номинальной толщиной 140 мм и более, предназначенные для устройства кладок.

с плоскими вертикальными гранями



камни керамические марки по прочности
— М25, М35, М50, М75, М100,
М125, М150, М175, М200, М250, М300

с выступами для пазогребневого соединения на вертикальных гранях



Классификация керамических кирпичей и камней по теплотехническим характеристикам

Средняя плотность, кг/м ³	Класс средней плотности изделия	Группа изделий по теплотехническим характеристикам	Коэффициент теплопроводности кладки в сухом состоянии λ , Вт/(м · °С)
До 700 710-800	0,7; 0,8	Высокой эффективности	До 0,20
810-1000	1,0	Повышенной эффективности	Св. 0,20 до 0,24
1010-1200	1,2	Эффективные	Св. 0,24 до 0,36
1210-1400	1,4	Условно-эффективные	Св. 0,36 до 0,46
1410-2000 2010-2400	2,0; 2,4	Малоэффективные (обыкновенные)	Св. 0,46

Основные преимущества «эффективной» керамики

- увеличенная пустотность - до 53%, при этом форма пустот спроектирована так, чтобы увеличить путь прохождения тепла по внутренним стенкам камней;
- поризованная структура керамики, когда в сырье добавляются выгорающие мелкофракционные материалы (бумага, древесные опилки, полистирольная крошка и т.п.), которые при обжиге выгорают, образуя внутри керамического тела микропоры;
- крупный формат теплой керамики позволяет уменьшить количество растворных швов до 5-7% от общего объема кладки (при 25% швов у кладки из обычного кирпича);
- пазогребенное соединение вертикальных стыков позволяет собирать стены, как конструктор, при этом достигается повышенная точность возведения стен, позволяющая уменьшить расход строительных растворов и штукатурки;
- хорошая паропроницаемость, позволяющая удалять излишнюю влагу из стен. За летний период времени испаряется больше влаги, чем накапливается зимой, тем самым стена с каждым годом становится суше, в кратчайшие сроки достигая своей равновесной влажности.

Примеры условных обозначений керамического кирпича и камней

Кирпич рядовой (лицевой), полнотелый, размерами 250 x 120 x 65 мм, формата 1НФ, марки по прочности М200, класса средней плотности 2,0, марки по морозостойкости F50:

КР-р-по (КР-л-по) 250x120x65/1НФ/200/2,0/50/ГОСТ 530—2012.

Камень рядовой (лицевой), размерами 250.120.140 мм, формата 2,1НФ, марки по прочности М200, класса средней плотности 1,4, марки по морозостойкости F50:

КМ-р (КМ-л) 250x120x140/2,1НФ/200/1,4/50/ГОСТ 530—2012.

Камень с пазогребневым соединением (шлифованный), рабочего размера 510 мм, формата 14,3НФ, марки по прочности М100, класса средней плотности 0,8, марки по морозостойкости F35:

КМ-пз (КМ-пз-ш) 510/14,3НФ/100/0,8/35/ГОСТ 530—2012.

Клинкерный кирпич

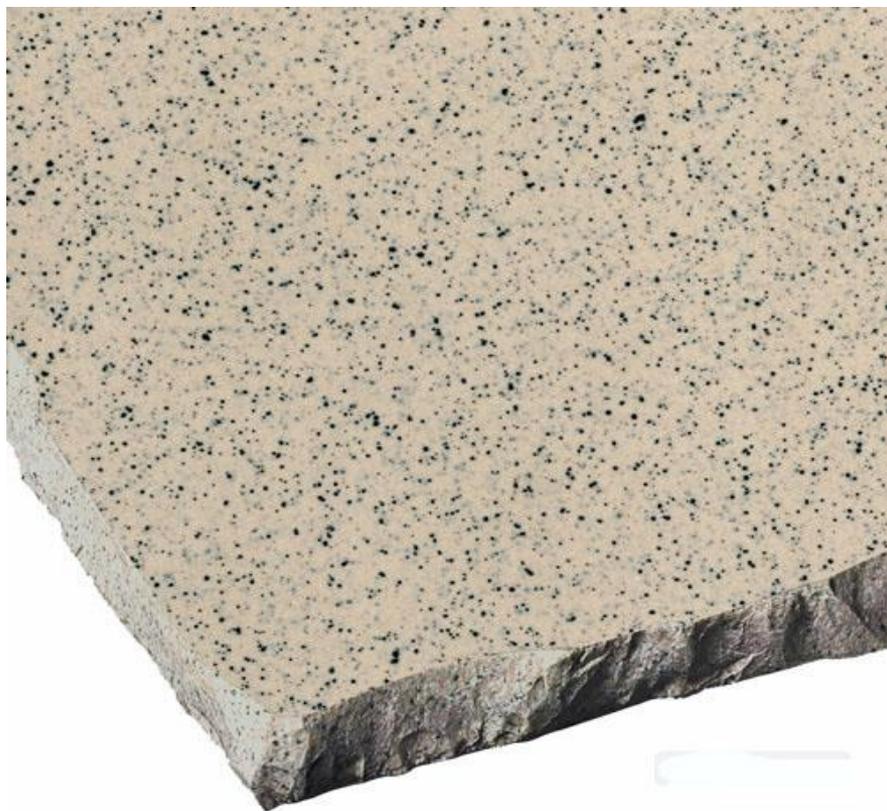
изделия, имеющие высокую прочность и низкое водопоглощение, обеспечивающее эксплуатационные характеристики кладки в сильно агрессивной среде и выполняющее функции декоративного материала.



клинкерный кирпич — марки по прочности М300, М400, М500, М600, М800, М1000

Керамогранит

ГОСТ 6787-2001



Керамическая плитка

ГОСТ 6141-91



Черепица керамическая

ГОСТ 1808-71



СМ 2016 керамика

Санитарно-технические изделия



СМ 2016 керамика

Канализационные и дренажные керамические трубы



Пористые керамические заполнители

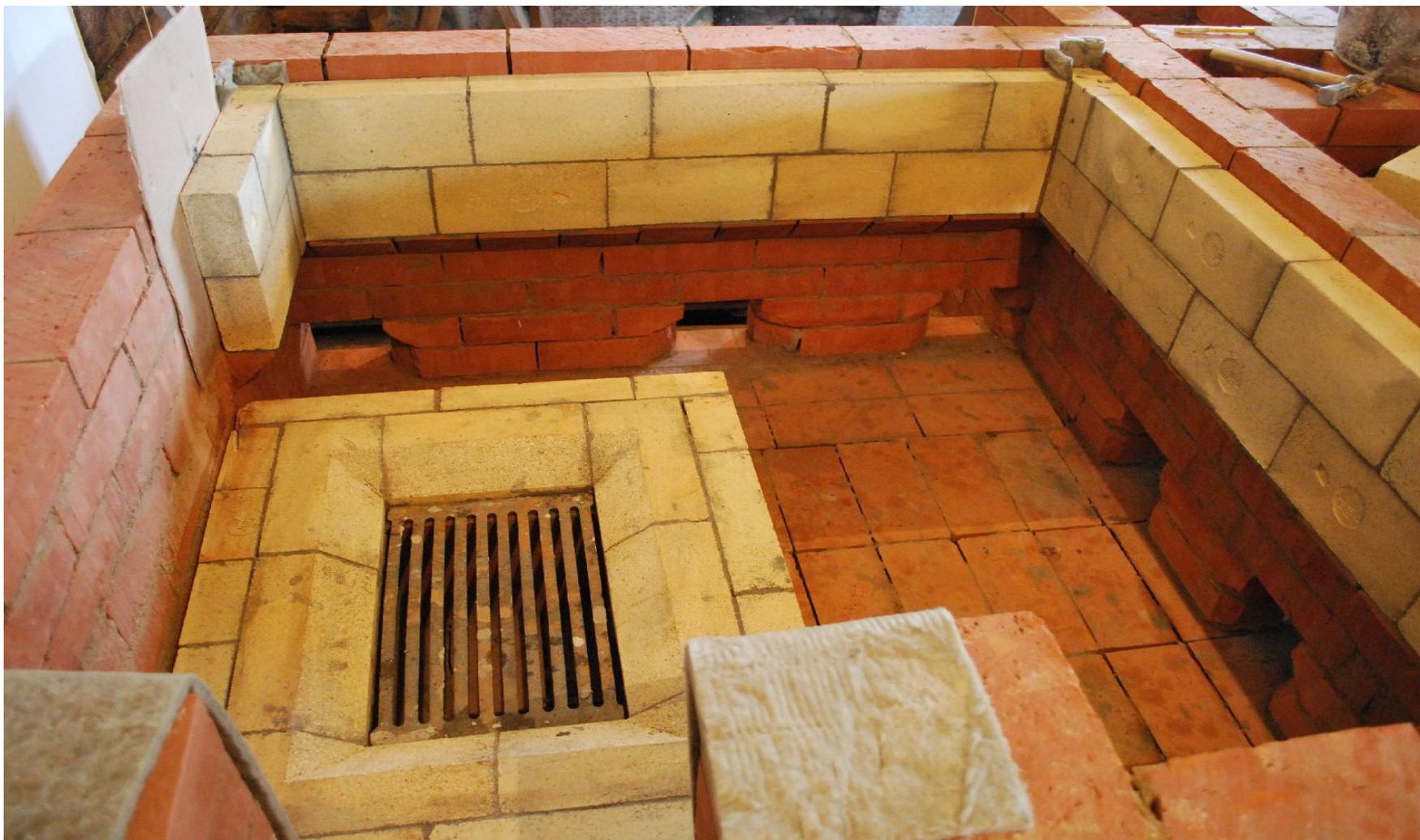


Керамзит



Аглопорит

Огнеупорная керамика



Керамические заводы в Нижегородской области

ОАО КЕРМА

д.Афонино, Кстовский р-он

Богородский завод керамических стеновых материалов

г.Богородск

Починковское УПСМ

г.Починки



СМ 2016 керамика

Дополнительно

- Смотрите фильм **Керамика (Porotherm)**

Вопросы к зачету по Теме 4

- Сырьевые компоненты для производства керамических изделий. Виды глин. Добавки к глинам.
- Основные технологические операции в производстве керамических изделий.
- Керамический кирпич. Технология изготовления, свойства, области применения.
- Керамические материалы и изделия. Области применения

БЛИЦ - ОПРОС

Группа 3401	Группа 3402	Группа 3403
1. Охарактеризовать свойство глин		
УСАДКА	ПЛАСТИЧНОСТЬ	СВЯЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ
2. Указать способы формования керамических изделий		
САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА	ПЛИТЫ ДЛЯ ПОЛОВ	КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ
3. Перечислить основные технологические переделы в производстве керамических материалов		