



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Строительные материалы»

Практикум

к лабораторной работе по учебным дисциплинам
«Строительные материалы»,
«Материаловедение», «Архитектурно-
реставрационное материаловедение»,
«Архитектурное материаловедение»
для обучающихся по всем направлениям
подготовки

«Оценка гипсовых вяжущих веществ»



Авторы
Каклюгин А.В.,
Трищенко И.В.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания регламентируют содержание лабораторной работы и правила оформления ее результатов. Содержат методики определения нормальной плотности гипсового теста и его сроков схватывания, марки гипсового вяжущего по прочности и его тонкости помола. Включают в себя технические требования к гипсовым вяжущим веществам и указывают рациональные области их применения в современном строительстве.

Предназначены для обучающихся по очной и заочной форме по всем направлениям подготовки при изучении дисциплин «Строительные материалы», «Материаловедение», «Архитектурно-реставрационное материаловедение», «Архитектурное материаловедение».

Авторы

к.т.н., доцент кафедры «СМ» Каклюгин А.В.,
к.т.н., доцент кафедры «СМ» Трищенко И.В.





Оглавление

Оценка качества гипсовых вяжущих веществ	4
1 Общие сведения	4
2 Определение стандартной консистенции (нормальной густоты) гипсового теста.....	5
3 Определение марки гипсового вяжущего.....	7
4 Определение сроков схватывания гипсового теста стандартной консистенции (нормальной густоты).....	12
5 Определение тонкости (степени) помола	15
6 Условное обозначение гипсовых вяжущих.....	16
7 Рациональные области применения гипсовых вяжущих веществ.....	17
8 Заключение по работе.....	17
9 Контрольные вопросы.....	18
Библиографический список	19

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

1 Общие сведения

Гипсовые вяжущие вещества – группа воздушных вяжущих материалов, для производства которых применяют сырье, содержащее сульфат кальция. Традиционно в этих целях используют природное сырье (гипсовый камень, ангидрит, различные гипсосодержащие породы). В последнее время значительное внимание уделяют развитию технологий получения гипсовых вяжущих веществ из гипсосодержащих отходов промышленности (фосфогипс, борогипс, титаногипс и др.).

В зависимости от способа получения, а также особенностей твердения гипсовые вяжущие делят на четыре группы: **безобжиговые**, **низкообжиговые** (собственно гипсовые), **высокообжиговые** (ангидритовые) и **смешанные**.

На практике наиболее широко применяют низкообжиговые гипсовые вяжущие, получаемые термической обработкой ($t = 120-160$ °С) вышеназванного сырья до полугидрата сульфата кальция ($CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$) с последующим или предшествующим этой обработке измельчением в тонкий порошок [1, 4, 5].

Технические требования к этому виду гипсовых вяжущих веществ установлены ГОСТ 125 [2], а методы испытаний приведены в ГОСТ 23789 [3].

Основными техническими свойствами **низкообжиговых** гипсовых вяжущих, являются:

- марки (в зависимости от значений предела прочности при сжатии и предела прочности на растяжение при изгибе стандартных образцов);
- сроки схватывания гипсового теста стандартной консистенции;
- тонкость (степень) помола.

2 Определение стандартной консистенции (нормальной густоты) гипсового теста

Стандартная консистенция (нормальная густота) характеризуется диаметром расплыва гипсового теста, вытекающего из полого цилиндра без дна (вискозиметра Суттарда), при его поднятии.

Диаметр расплыва должен быть равен (180 ± 5) мм. При этом строго регламентируют время эксперимента – 45 с.

Стандартную консистенцию выражают в процентах как отношение массы воды, необходимой для получения гипсового теста указанной удобоукладываемости, к массе гипсового вяжущего в граммах.

Стандартная консистенция является основным критерием определения свойств гипсового вяжущего: сроков схватывания и пределов прочности.

Аппаратура:

- чашка из коррозионностойкого материала вместимостью более 500 см^3 ;
- ручная мешалка, имеющая более трех петель из проволоки диаметром 1-2 мм (рисунок 1);
- стекло диаметром более 240 мм с нанесенными концентрическими окружностями диаметром 150-220 мм;
- цилиндр из нержавеющей стали с полированной внутренней поверхностью с внутренним диаметром 50 мм и высотой 100 мм – вискозиметр Суттарда (рисунок 2);
- металлическая линейка длиной 250 мм;
- лабораторные весы с погрешностью взвешивания $\pm 1 \text{ г}$;
- стеклянный мерный цилиндр вместимостью 250 мл.

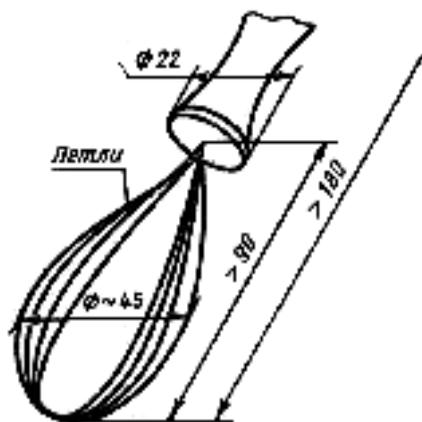


Рисунок 1 – Мешалка

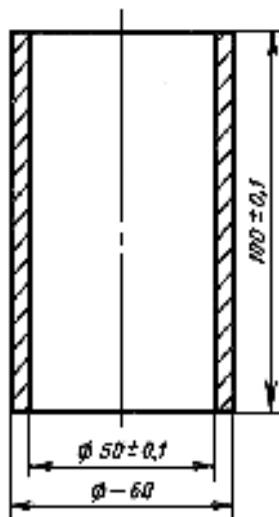


Рисунок 2 – Вискозиметр Суттарда

Проведение испытания. В чистую чашку, предварительно протертую влажной тканью, вливают воду, масса которой зависит от свойств гипсового вяжущего. Затем в воду в течение 2-5 с всыпают от 300 до 350 г гипсового вяжущего. Массу перемешивают ручной мешалкой в течение 30 с, начиная отсчет времени от начала всыпания гипсового вяжущего в воду. После окончания перемешивания вискозиметр Суттарда, установленный в центре стекла, заполняют гипсовым тестом, излишки которого срезают линейкой. Вискозиметр и стекло предварительно протирают влажной тканью. Через 45 с, считая от начала засыпания гипсового вяжущего в воду, или через 15 с после окончания перемешивания вискозиметр очень быстро поднимают вертикально на высоту 15-20 см и отводят в сторону. Диаметр расплыва измеряют непосредственно после поднятия цилиндра линейкой в двух перпендикулярных направлениях с погрешностью не более 5 мм и вычисляют среднее арифметическое значение. Если диаметр расплыва теста не соответствует (180 ± 5) мм, испытание повторяют с другим количеством воды.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1

Таблица 1 – Результаты определения стандартной конси-

стенции (нормальной густоты) гипсового теста

Показатели	Номер опыта		
	1	2	3
Масса гипсового вяжущего, г			
Масса воды, г			
Диаметр расплыва гипсового теста, мм			
Стандартная консистенция гипсового теста, %			

3 Определение марки гипсового вяжущего

Марку гипсового вяжущего определяют испытанием на предел прочности трех образцов-балочек размером 40×40×160 мм, изготовленных из гипсового теста стандартной консистенции. Через 2 ч после начала перемешивания вяжущего с водой затвердевшие образцы испытывают на изгиб, а образовавшиеся половинки балочек – на сжатие.

Аппаратура:

- форма из коррозионностойкого материала для изготовления образцов-балочек размерами 40×40×160 мм (рисунок 3);
- машина для испытания образцов-балочек на растяжение при изгибе;
- приспособление для определения прочности на сжатие, состоящее из двух металлических нажимных пластин с площадью рабочей поверхности 25 см² (рисунок 4);
- гидравлический пресс, мощностью 10 т;
- стеклянный мерный цилиндр вместимостью 1 л;
- прочая аппаратура по 2.

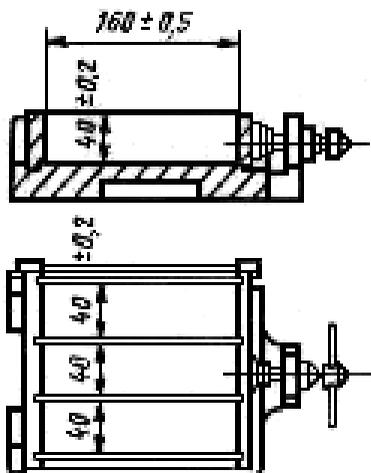


Рисунок 3 – Форма

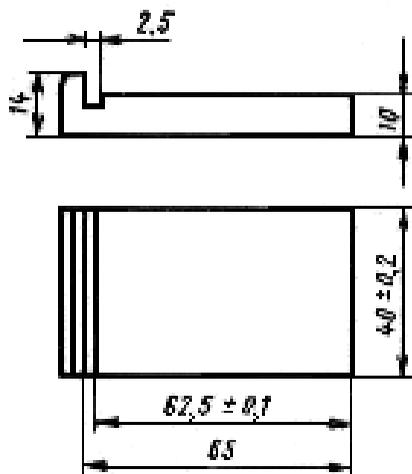


Рисунок 4 – Нажимная пластина

Изготовление образцов. Пробу гипсового вяжущего массой от 1,0 до 1,6 кг в течение 5-20 с засыпают в чашку с водой, взятой в количестве, необходимом для получения теста стандартной консистенции. После засыпания вяжущего смесь интенсивно перемешивают ручной мешалкой в течение 60 с до получения однородного теста, которым заливают форму. Предварительно внутреннюю поверхность металлических форм слегка смазывают минеральным маслом средней вязкости. Отсеки формы наполняют одновременно, для чего чашку с гипсовым тестом равномерно продвигают над формой. Для удаления вовлеченного воздуха после заливки форму встряхивают 5 раз, для чего ее поднимают за торцевую сторону на высоту от 8 до 10 мм и опускают. После наступления начала схватывания излишки гипсового теста снимают линейкой, передвигая ее по верхним граням формы перпендикулярно к поверхности образцов. Через (15 ± 5) мин после конца схватывания образцы извлекают из формы, маркируют и хранят в помещении для испытаний.

Определение предела прочности на растяжение при изгибе. Для проведения испытаний образец устанавливают на опоры прибора для испытания на изгиб таким образом, чтобы те грани его, которые были при изготовлении горизонтальными, находились в вертикальном положении. Схема расположения образца на опорных валиках приведена на рисунке 5.

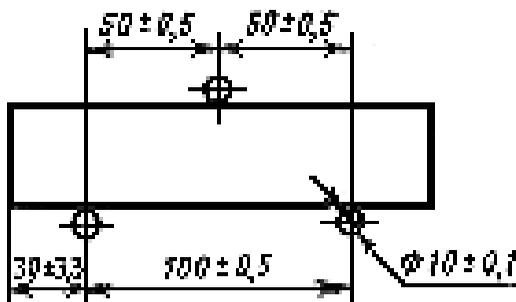


Рисунок 5 – Схема определения предела прочности на растяжение при изгибе

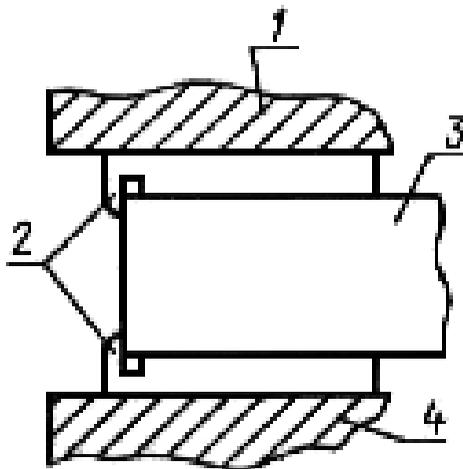
Расчет предела прочности на растяжение при изгибе R^t , МПа (кгс/см²), отдельного образца рассчитывают по формуле

$$R^t = \frac{3PL}{2bh^2}, \quad (1)$$

где P – разрушающая (максимальная) нагрузка, установленная при испытании образца, Н (кгс);
 L – расстояние между осями опор, мм (см);
 b – ширина образца, мм (см);
 h – высота образца посередине пролета, мм (см).

Предел прочности на растяжение при изгибе вычисляют как среднее арифметическое результатов трех испытаний.

Определение предела прочности при сжатии. Полученные после испытания на изгиб шесть половинок балочек сразу же подвергают испытанию на сжатие. Образцы помещают между двумя пластинами таким образом, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегли к продольным стенкам форм, находились на плоскостях пластин, а упоры пластин плотно прилегли к торцевой гладкой стенке образца (рисунок 6). Образец вместе с пластинами подвергают сжатию на прессе. Время от начала равномерного нагружения образца до его разрушения должно составлять от 5 до 30 с, средняя скорость нарастания нагрузки при испытании должна быть (10 ± 5) кгс/см² в секунду.



1 – верхняя плита пресса; 2 – пластинки;
3 – половина образца; 4 – нижняя плита пресса.

Рисунок 6 – Схема определения предела прочности при сжатии

Предел прочности при сжатии отдельного образца $R^{сж}$, МПа (кгс/см²), рассчитывают по формуле

$$R^{сж} = P/S, \quad (2)$$

где P – разрушающая нагрузка, Н (кгс);

S – рабочая площадь пластинки, мм² (см²).

Предел прочности на сжатие вычисляют как среднее арифметическое результатов шести испытаний без наибольшего и наименьшего результатов.

Результаты испытаний образцов заносят в таблицу 2.

Оценка гипсовых вяжущих веществ

Таблица 2 – Результаты испытаний образцов на прочность

Номер образца	Предел прочности при изгибе, МПа (кгс/см ²)		Разрушающая нагрузка при сжатии, Н (кгс)	Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см ²)	
	отдельного образца	среднее значение		отдельного образца	среднее значение
1					
2					
3					

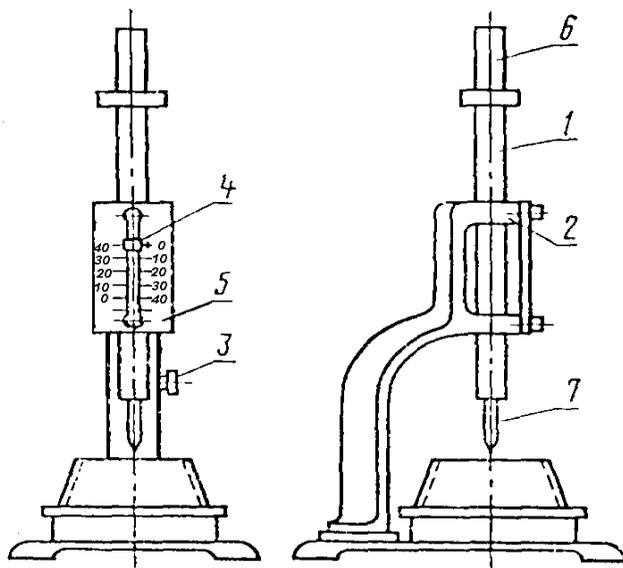
Установление марки гипсового вяжущего производят в соответствии с таблицей 3 по средним значениям пределов прочности при сжатии и при изгибе образцов-балочек размерами 40×40×160 мм в возрасте 2 ч, полученных в результате испытаний.

Таблица 3 – Марки гипсовых вяжущих

Марка вяжущего	Предел прочности образцов-балочек в возрасте 2 ч, не менее, МПа (кгс/см ²)		Марка вяжущего	Предел прочности образцов-балочек в возрасте 2 ч, не менее, МПа (кгс/см ²)	
	при сжатии	при изгибе		при сжатии	при изгибе
Г-2	2 (20)	1,2 (12)	Г-10	10 (100)	4,5 (45)
Г-3	3 (30)	1,8 (18)	Г-13	13 (130)	5,5 (55)
Г-4	4 (40)	2,0 (20)	Г-16	16 (160)	6,0 (60)
Г-5	5 (50)	2,5 (25)	Г-19	19 (190)	6,5 (65)
Г-6	6 (60)	3,0 (30)	Г-22	22 (220)	7,0 (70)
Г-7	7 (70)	3,5 (35)	Г-25	25 (250)	8,0 (80)

4 Определение сроков схватывания гипсового теста стандартной консистенции (нормальной густоты)

Сроки схватывания гипсового теста стандартной консистенции определяют с помощью прибора Вика с иглой (рисунок 7), измеряя время от момента контакта гипсового вяжущего с водой до начала и конца схватывания.



1 – металлический стержень; 2 – обойма станины;
 3 – стопорное устройство; 4 – указатель; 5 – шкала; 6 – пестик;
 7 – игла

Рисунок 7 – Прибор Вика

Началом схватывания называют промежуток времени, мин, с момента всыпания вяжущего в воду до момента, когда свободно опущенная игла при погружении в тесто впервые не дойдет до поверхности пластинки, а **концом схватывания** – когда игла погружается на глубину не более 1 мм.

Аппаратура:

- прибор Вика с массой подвижной части (300 ± 2) г;
- коническое кольцо из коррозионностойкого материала;
- полированная пластинка из коррозионностойкого материала размером не менее 100×100 мм;

Оценка гипсовых вяжущих веществ

- секундомер;
- прочая аппаратура по 2.

Проведение испытаний. Перед началом испытания проверяют, свободно ли опускается стержень прибора Вика, а также нулевое положение подвижной части. Кольцо, предварительно протертое и смазанное минеральным маслом и установленное на полированную пластинку, заполняют тестом. Для удаления воздуха, попавшего в тесто, кольцо с пластинкой 4-5 раз встряхивают путем поднятия и опускания одной из сторон пластинки примерно на 10 мм. После этого излишки теста срезают линейкой и заполненную форму на пластинке устанавливают на основании прибора Вика.

Подвижную часть прибора с иглой устанавливают в такое положение, при котором конец иглы касается поверхности гипсового теста, а затем иглу свободно опускают в кольцо с тестом. Погружение производят один раз каждые 30 с, начиная с целого числа минут. После каждого погружения иглу тщательно вытирают, а пластинку вместе с кольцом передвигают так, чтобы игла при новом погружении попадала в другое место поверхности теста.

Результаты определения сроков схватывания гипсового теста стандартной консистенции (нормальной густоты) заносят в таблицу 4.

Оценка гипсовых вяжущих веществ

Таблица 4 – Результаты определения сроков схватывания

Номер опыта	Время от момента добавления вяжущего к воде		Глубина погружения иглы прибора Вика, мм	Номер опыта	Время от момента добавления вяжущего к воде		Глубина погружения иглы прибора Вика, мм
	мин	с			мин	с	
1	1	30		16			
2	2	00		17			
3	2	30		18			
4	3	00		19			
5				20			
6				21			
7				22			
8				23			
9				24			
10				25			
11				26			
12				27			
13				28			
14				29			
15				30			
Начало схватывания, мин							
Конец схватывания, мин							

Установление вида гипсового вяжущего в зависимости от сроков схватывания производят в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Виды гипсовых вяжущих в зависимости от сроков схватывания

Вид вяжущего	Индекс сроков твердения	Сроки схватывания, мин	
		начало, не ранее	конец, не позднее
Быстротвердеющий	А	2	15
Нормальнотвердеющий	Б	6	30
Медленнотвердеющий	В	20	Не нормируется

5 Определение тонкости (степени) помола

Тонкость помола гипсовых вяжущих оценивают по остатку при просеивании пробы, массой 50 г, на сите с отверстиями размером 0,2 мм. Тонкость помола определяют в процентах как отношение массы вяжущего, оставшегося на сите, к массе первоначальной пробы.

Аппаратура:

- сушильный шкаф;
- весы технические с погрешностью взвешивания не более 0,05 г;
- сито с ячейками размером в свету 0,2 мм (№ 02);
- термометр со шкалой до 100 °С;
- установку для механического просеивания.

Проведение испытаний. Пробу вяжущего массой 50 г, взвешенную с погрешностью не более 0,1 г и предварительно высушенную в сушильном шкафу, в течение 1 ч при температуре (50 ± 5) °С, высыпают на сито и производят просеивание вручную или на механической установке.

Просеивание считают законченным, если сквозь сито в течение 1 мин при ручном просеивании проходит не более 0,05 г вяжущего.

Тонкость помола гипсового вяжущего $T_{гв}$, %, рассчитывают по формуле

$$T_{гв} = \frac{m_{ост}}{m} 100 \%, \quad (3)$$

где $m_{ост}$ – масса остатка гипсового вяжущего на сите, г;

m – масса просеиваемой пробы гипсового вяжущего, г.

За величину тонкости помола принимают среднее арифметическое результатов двух испытаний.

Результаты испытаний заносят в таблицу 6, а **установление вида гипсового вяжущего в зависимости от степени помола** производят в соответствии с таблицей 7.

Оценка гипсовых вяжущих веществ

Таблица 6 – Результаты определения тонкости помола

Показатели	Номер опыта	
	1	2
Масса пробы гипсового вяжущего m , г	50	50
Масса остатка гипсового вяжущего на сите № 02 $m_{ост}$, г		
Тонкость помола $T_{ГВ}$, %		
Среднее арифметическое значение тонкости помола $\overline{T_{26}}$, %		

Таблица 7 – Виды гипсовых вяжущих в зависимости от степени помола

Вид вяжущего	Индекс степени помола	Максимальный остаток на сите с размерами ячеек 0,2 мм, %, не более
Грубого помола	I	23
Среднего помола	II	14
Тонкого помола	III	2

6 Условное обозначение гипсовых вяжущих

В соответствии с ГОСТ 125, условное обозначение гипсового вяжущего должно содержать обозначения его марки и индексов по срокам схватывания и степени помола.

Пример – Условное обозначение гипсового вяжущего с прочностью 5,2 МПа (52 кгс/см²) со сроками схватывания: начало – 5 мин, конец – 9 мин и остатком на сите с размером ячеек в свету 0,2 мм 9 %, т.е. вяжущего марки Г-5, быстротвердеющего, среднего помола: Г-5 А II

7 Рациональные области применения гипсовых вяжущих веществ

Рациональную область применения испытанного гипсового вяжущего устанавливают в соответствии с рекомендациями ГОСТ 125, приведенными в таблице 8.

Таблица 8 – Области применения гипсовых вяжущих

Области применения гипсовых вяжущих	Рекомендуемые марки и виды
Изготовление гипсовых строительных изделий всех видов	Г-2 – Г-7, всех сроков твердения и степеней помола
Изготовление тонкостенных строительных изделий и декоративных деталей	Г-2 – Г-7, тонкого и среднего помола, быстрого и нормального твердения
Производство штукатурных работ, заделка швов и специальные цели	Г-2 – Г-25, нормального и медленного твердения, среднего и тонкого помола
Изготовление форм и моделей в фарфорофаянсовой, керамической, машиностроительной и других отраслях промышленности, а также медицине	Г-5 – Г-25, тонкого помола с нормальными сроками твердения
Для медицинских целей	Г-2 – Г-7, быстрого и нормального твердения, среднего и тонкого помола

8 Заключение по работе

1 Испытанное гипсовое вяжущее характеризуется маркой _____, в зависимости от сроков схватывания относится к виду – _____ (индекс сроков твердения _____), а в зависимости от степени помола – к виду – _____. (индекс степени помола _____).

2 Условное обозначение испытанного гипсового вяжущего _____.

3 Рациональными областями применения данного гипсового вяжущего являются: _____

9 Контрольные вопросы

1. Что называют гипсовыми вяжущими веществами и какое сырье применяют для их изготовления?
2. Перечислите основные технические свойства гипсовых вяжущих.
3. Что такое стандартная консистенция (нормальная густота) гипсового теста, с какой целью и как она определяется?
4. Как определяют сроки схватывания гипсовых вяжущих? Дайте определения началу и концу схватывания гипсового теста стандартной консистенции.
5. Опишите методику определения тонкости помола гипсовых вяжущих.
6. Как изготавливают и испытывают образцы для определения марки гипсового вяжущего?
7. Из чего состоит условное обозначение гипсового вяжущего?
8. Перечислите основные области применения гипсовых вяжущих веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение): справочник / под общ. ред. А.В. Ферронской. – М.: АСВ, 2004.
2. ГОСТ 125-79. Вяжущие гипсовые. Технические условия.
3. ГОСТ 23789-79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.
4. Попов Л.Н., Попов Н.Л. Строительные материалы и изделия: учеб. пособие. – М.: ОАО «ЦПП», 2008.
5. Строительные материалы: учеб.-справ. пособие / под ред. Г.В. Несветаева. – Ростов н/Д: Феникс, 2009.