

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждено на заседании кафедры  
строительных материалов  
14 октября 2011 г.

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***  
***к лабораторной работе:***  
***«ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ»***

Ростов-на-Дону  
2012

УДК 691

Методические указания к лабораторной работе «Оценка качества гипсовых вяжущих веществ». – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2012. – 12 с.

Регламентируют содержание лабораторной работы по учебной дисциплине «Строительные материалы» и правила оформления ее результатов. Содержат методики определения нормальной густоты 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 студентов 2-го курса очной и заочной форм обучения по направлениям «Строительство», «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия», «Технология художественной обработки материалов», «Стандартизация и сертификация», «Товароведение», «Землеустройство и кадастры», а также по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений».

УДК 691

Составители: канд. техн. наук, доц.  
А.В. Каклюгин,  
канд. техн. наук, доц.  
И.В. Трищенко.

Редактор Н.Е. Гладких  
Темплан 2012 г., поз. 113

---

Подписано в печать 16.05.12. Формат 60×84 / 16. Бумага писчая.  
Ризограф. Уч.-изд. л. 0,8  
Тираж 100 экз. Заказ

---

Редакционно-издательский центр  
Ростовского государственного строительного университета  
344022, Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

© Ростовский государственный  
строительный университет, 2012

## 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 ( $t = 120-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) вышеназванного сырья до полугидрата сульфата кальция ( $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ ) 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  $(180 \pm 5)$  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  $500\text{ см}^3$ ;
- 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 металла 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  $\pm 1$  г;
- стеклянный мерный цилиндр вместимостью 250 мл.

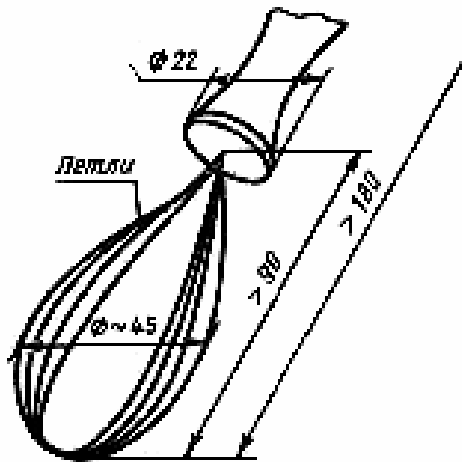


Рисунок 1 – Мешалка

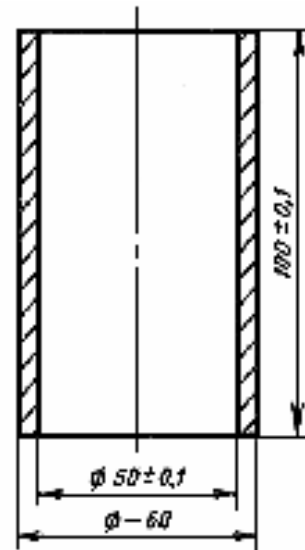


Рисунок 2 – Вискозиметр Суттарда

**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 расплава измеряют непосредственно после поднятия цилиндра линейкой в двух перпендикулярных направлениях с погрешностью не более 5 мм и вычисляют среднее арифметическое значение. Если диаметр расплава теста не соответствует  $(180 \pm 5)$  мм, испытание повторяют с другим количеством воды.

Результаты испытаний заносят в таблицу 1

Таблица 1 – Результаты определения стандартной консистенции (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  $40 \times 40 \times 160$  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  $40 \times 40 \times 160$  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  $25 \text{ см}^2$  (рисунок 4);
- гидравлический пресс, мощностью 10 т;
- стеклянный мерный цилиндр вместимостью 1 л;
- прочая аппаратура по 2.

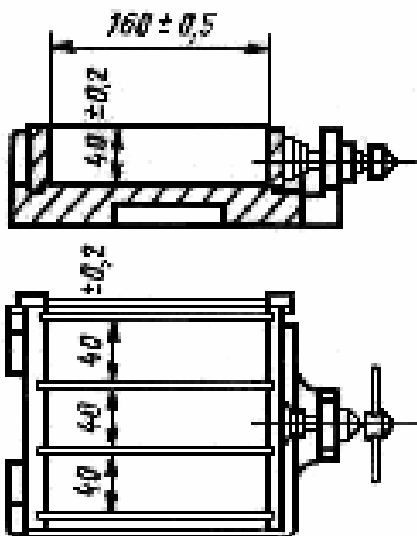


Рисунок 3 – Форма

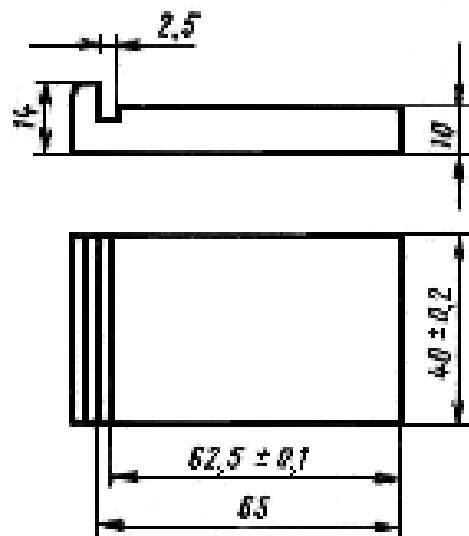
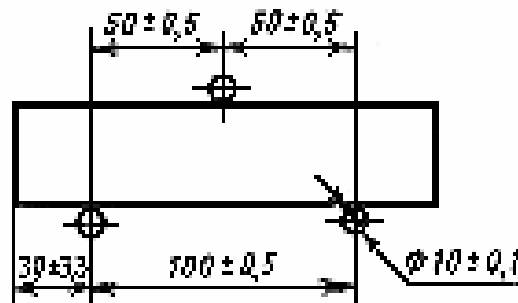


Рисунок 4 – Нажимная пластина

**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, необхо-

димом 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  $(15 \pm 5)$  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/см<sup>2</sup>), 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);

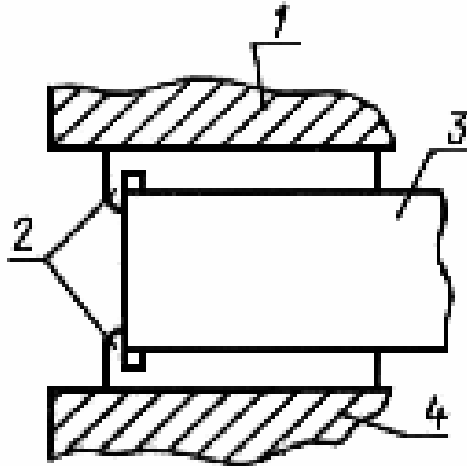
$b$  – ширина образца, мм (см);

$h$  – 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 прилегали к продольным стенкам форм, находились на плоскостях пластин, а упоры пластин плотно прилегали 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  $(10 \pm 5)$  кгс/см<sup>2</sup> 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/см<sup>2</sup>), рассчитывают по формуле

$$R^{сж} = P/S, \quad (2)$$

где  $P$  – разрушающая нагрузка, Н (кгс);  
 $S$  – рабочая площадь пластинки, мм<sup>2</sup> (см<sup>2</sup>).

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

Результаты испытаний образцов заносят в таблицу 2.

**Таблица 2 – Результаты испытаний образцов на прочность**

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

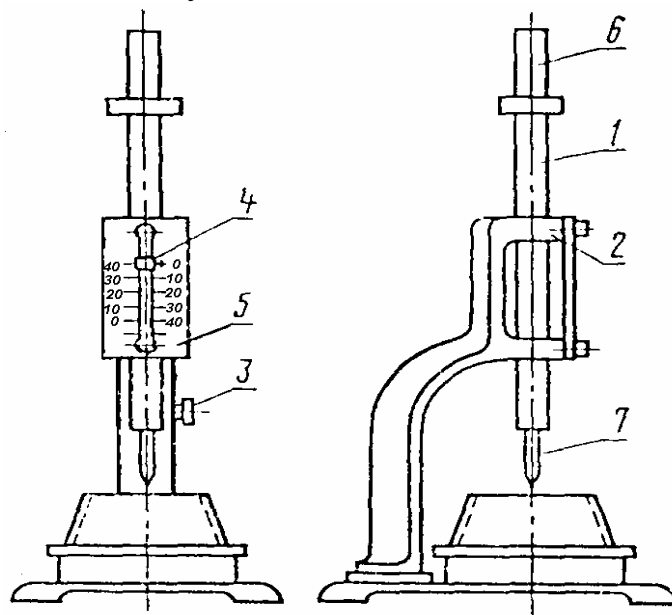
**Установление марки гипсового вяжущего** производят в соответствии с таблицей 3 по средним значениям пределов прочности при сжатии и при изгибе образцов-балочек размерами 40×40×160 мм в возрасте 2 ч, полученных в результате испытаний.

Таблица 3 – Марки гипсовых вяжущих

Марка вяжущего	Предел прочности образцов-балочек в возрасте 2 ч, не менее, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		Марка вяжущего	Предел прочности образцов-балочек в возрасте 2 ч, не менее, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	
	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  $(300 \pm 2)$  г;
- коническое кольцо из коррозионностойкого материала;
- полированная пластинка из коррозионностойкого материала размером не менее  $100 \times 100$  мм;
- 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.

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  $(50 \pm 5)$  °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  $T_{26}$ , %, рассчитывают по формуле

$$T_{26} = \frac{m_{ост}}{m} 100 \%, \quad (3)$$

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.

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 $T_{20}$ , %		
Среднее арифметическое значение тонкости помола $\overline{T_{20}}$ , %		

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/см<sup>2</sup>) 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.