

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

Утверждено на заседании кафедры  
«Строительные материалы»  
26 марта 2013 г.

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***  
***к лабораторной работе:***  
***«ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА»***  
***по дисциплине «Строительные материалы»***

Ростов-на-Дону  
2013

УДК 691

Методические указания к лабораторной работе «Методы испытаний портландцемента» по дисциплине «Строительные материалы». – Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2013. – 20 с.

Регламентируют содержание лабораторной работы по учебным дисциплинам «Строительные материалы», «Архитектурно-реставрационное материаловедение», «Материаловедение» и правила оформления ее результатов. Содержат методики определения марки портландцемента, его истинной и насыпной плотности, тонкости помола, нормальной густоты цементного теста, сроков схватывания и равномерности изменения объема при твердении.

Предназначены для обучающихся очной и заочной форм по направлениям 270800 «Строительство», 270200 «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия», 261400 «Технология художественной обработки материалов», 221700 «Стандартизация и метрология», 120700 «Землеустройство и кадастры», а также по специальности 271101 «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 2013 г., поз.

---

Подписано в печать 13.03.13      Формат 60×84 / 16. Бумага писчая.  
Ризограф. Уч.-изд. л. 0,9  
Тираж 100 экз.      Заказ

---

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

© Ростовский государственный  
строительный университет, 2013

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

### 1 Общие сведения

**Портландцемент** – порошкообразное гидравлическое вяжущее, получаемое тонким измельчением портландцементного клинкера и гипса.

Технические требования к портландцементу установлены ГОСТ 10178 [1]. Его качество оценивают следующими свойствами:

- марка по прочности: 300, 400, 500, 550 и 600 (в зависимости от значений пределов прочности при изгибе и при сжатии согласно таблице 1);
- истинная плотность (используется в расчетах состава бетона или строительного раствора);
- насыпная плотность (используется в расчетах состава бетона или строительного раствора);
- тонкость помола - должна быть такой, чтобы при просеивании пробы цемента сквозь сито с сеткой с ячейками размерами 0,08 мм остаток на сите не превышал 15 % массы просеиваемой пробы;
- нормальная густота цементного теста (используется при расчете состава бетона);
- сроки схватывания: начало схватывания - не ранее 45 мин, а конец - не позднее 10 ч с момента затворения;
- равномерность изменения объема при твердении: цемент должен показывать равномерность изменения объема при испытании образцов кипячением в воде.

Таблица 1 – Марки портландцемента по прочности

Обозначение цемента	Гарантированная марка	Предел прочности, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее			
		при изгибе в возрасте, сут		при сжатии в возрасте, сут	
		3	28	3	28
ПЦ-Д0, ПЦ-Д5, ПЦ-Д20, ШПЦ	300	—	4,4 (45)	—	29,4 (300)
	400		5,4 (55)		39,2 (400)
	500		5,9 (60)		49,0 (500)
	550		6,1 (62)		53,9 (550)
	600		6,4 (65)		58,8 (600)
ПЦ-Д20-Б	400	3,9 (40)	5,4 (55)	24,5 (250)	39,2 (400)
	500	4,4 (45)	5,9 (60)	27,5 (280)	49,0 (500)
ШПЦ-Б	400	3,4 (35)	5,4 (55)	21,5 (220)	39,2 (400)

Испытания портландцемента проводят по ГОСТ 310.1 – ГОСТ 310.4 [2 – 5].

## **2 Определение марки цемента**

### **2.1 Понятие о марке цемента**

**Марку цемента** определяют по совокупности показателей предела прочности при изгибе и предела прочности при сжатии образцов-балочек размерами  $40 \times 40 \times 160$  мм, изготовленных из цементно-песчаного раствора нормальной консистенции состава  $C : P = 1 : 3$  (по массе, где  $C$  – расход цемента,  $P$  – расход песка) и испытанных в соответствии с ГОСТ 310.4.

Раствор следует готовить на стандартном моно- или полифракционном песке, соответствующем ГОСТ 6139 [6] - кварцевом природном песке с нормированным зерновым и химическим составом.

Порядок определения марки цемента:

- приготовление раствора (однородной смеси цемента, песка и воды) нормальной консистенции;
- изготовление образцов-балочек;
- хранение образцов-балочек до момента испытаний;
- определение предела прочности при изгибе  $R_{изг}$  и при сжатии  $R_{сж}$ ;
- вывод о марке испытанного цемента и его активности  $R_u$ .

**Аппаратура** (должна соответствовать требованиям ГОСТ 310.4):

- мешалка для перемешивания цементного раствора;
- чаша сферическая и лопатка;
- встряхивающий столик и форма-конус;
- штыковка;
- штангенциркуль (металлическая линейка);
- форма металлическая трехгнездовая с насадкой;
- вибрационная площадка;
- прибор для испытания на изгиб образцов-балочек;
- пресс для определения предела прочности при сжатии;
- пластинки для передачи нагрузки.

## 2.2 Приготовление цементно-песчаного раствора нормальной консистенции

Под **нормальной** понимают такую консистенцию растворной смеси, при которой она обладает необходимой удобоукладываемостью, оцениваемой в ходе испытаний на встряхивающем столике. Ее достигают подбором необходимого количества воды затворения и выражают водоцементным отношением  $B/C$ .

Для приготовления цементно-песчаного раствора следует использовать специальную мешалку. Как исключение исходные компоненты раствора можно перемешивать вручную не менее 5 мин круглой лопаткой в сферической чаше.

При ручном перемешивании работы производят в следующем порядке:

- отвешивают 1500 г стандартного песка, 500 г цемента, отмеряют 200 мл воды (водоцементное отношение  $B/C = 0,40$ );

- мокрой тканью протирают сферическую чашу, высыпают в нее песок и цемент, перемешивают их лопаткой в течение 1 мин. В центре сухой смеси делают лунку, вливают в нее отмеренное количество воды, дают воде впитаться в течение 0,5 мин и в течение 5 мин перемешивают смесь вручную;

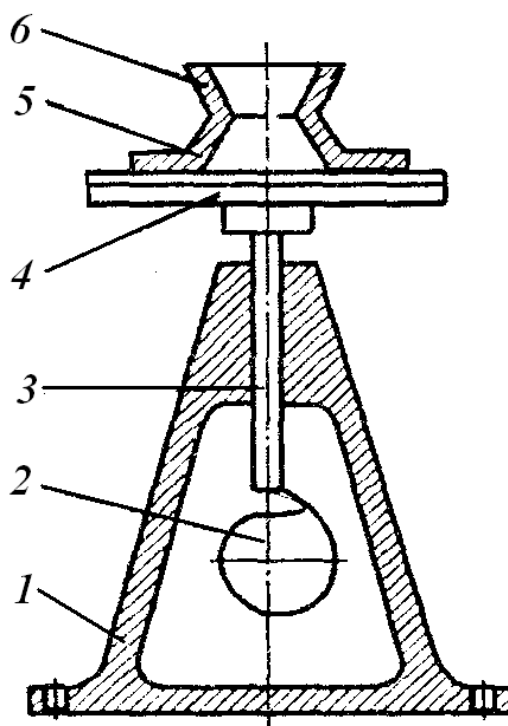
- подготавливают встряхивающий столик: на диск столика устанавливают форму-конус (рисунок 1), внутреннюю поверхность формы-конуса и насадки, диск столика и штыковку протирают влажной тканью;

- форму-конус заполняют раствором в два приема слоями примерно равной толщины. Каждый слой уплотняют металлической штыковкой. Нижний слой штыкуют 15 раз, верхний – 10 раз. Во время укладки и уплотнения смеси форму следует прижимать рукой к диску. Снимают насадку. Избыток раствора удаляют ножом, заглаживая с нажимом раствор вровень с краями конуса. Затем конус осторожно снимают в вертикальном направлении;

- конус раствора встряхивают на столике 30 раз в течение  $(30 \pm 5)$  с;

- штангенциркулем или металлической линейкой измеряют диаметр нижнего основания конуса в двух взаимно перпендикулярных направлениях. За результат принимают среднее арифметическое значение.

Консистенцию раствора считают **нормальной**, если диаметр нижнего основания конуса (расплыв конуса) составляет 106 – 115 мм.



1 – станина; 2 – кулачок; 3 – шток; 4 – диск столика;  
5 – форма-конус; 6 – насадка

Рисунок 1 – Форма-конус и встряхивающий столик

Если расплыв конуса менее 106 мм или раствор при встряхивании рассыпается, следует приготовить раствор заново с увеличенным количеством воды. Расплыв конуса при этом должен составить 106 – 108 мм. Если расплыв конуса превышает 115 мм, испытание следует повторить с меньшим количеством воды до получения расплыва конуса 113 – 115 мм.

Водоцементное отношение  $B/C$ , при котором расплыв конуса составляет 106 - 115 мм, принимают для проведения дальнейших испытаний.

Результаты испытаний заносят в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты определения консистенции раствора

Показатели	Результаты испытаний		
	1	2	3
Расход песка, г	1500	1500	1500
Расход цемента $C$ , г	500	500	500
Расход воды $B$ , г	200		
Диаметр нижнего основания конуса (расплыв конуса), см			
Водоцементное отношение $B/C$			

## 2.3 Изготовление и хранение образцов-балочек

*Изготовление образцов-балочек* производят в следующей последовательности:

- тщательно собранную и смазанную маслом форму закрепляют на виброплощадке, надевают на нее насадку;
- согласно 2.2 приготавливают раствор нормальной консистенции;
- форму по высоте приблизительно на 1 см наполняют раствором и включают виброплощадку. Общее время виброуплотнения раствора - 3 мин. В течение первых двух минут гнезда формы равномерно небольшими порциями заполняют раствором. В течение третьей минуты производят виброуплотнение без добавления раствора. Затем виброплощадку отключают. Форму переносят на рабочий стол, избыток раствора удаляют ножом, заглаживая с нажимом раствор вровень с краями формы. Образцы маркируют.

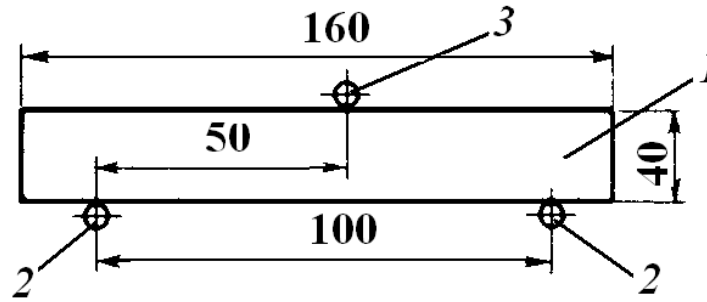
*Хранение образцов-балочек.* Образцы в формах хранят  $(24 \pm 1)$  ч в ванне с гидравлическим затвором при относительной влажности воздуха не менее 90 %. Температура воды в ванне должна быть  $(20 \pm 2)$  °С.

Затем образцы осторожно расформовывают и укладывают в ванны с питьевой водой в горизонтальном положении так, чтобы они не соприкасались друг с другом. Вода должна покрывать образцы не менее, чем на 2 см. Воду меняют через 14 сут. Температура ее при замене должна быть  $(20 \pm 2)$  °С. В этих условиях образцы хранят до момента испытаний.

## 2.4 Определение предела прочности при изгибе

Испытания проводят в возрасте 28 сут. Образцы вынимают из воды и испытывают не позднее, чем через 30 мин. Непосредственно перед испытанием поверхность образцов следует вытереть.

Образцы-балочки поочередно устанавливают на опорные элементы прибора для испытания на изгиб так, чтобы грани, которые при изготовлении были горизонтальными, находились в вертикальном положении. Схема расположения образца на опорных элементах показана на рисунке 2.



1 – образец-балочка; 2 – опорные элементы; 3 – нагружающий валик

Рисунок 2 – Схема расположения образца на опорных элементах

Предел прочности при изгибе отдельного образца  $R_{изг}$ , МПа (кгс/см<sup>2</sup>) рассчитывают по формуле

$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2}, \quad (1)$$

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).

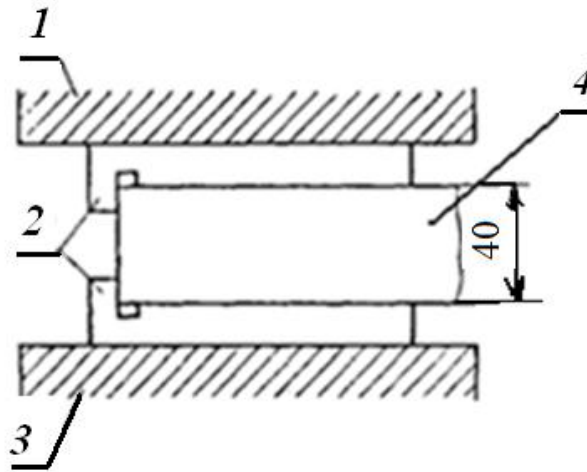
При использовании прибора для испытания на изгиб в момент разрушения образца фиксируют предел прочности при изгибе  $R_{изг}$ , МПа (кгс/см<sup>2</sup>).

За результат принимают среднее арифметическое значение предела прочности при изгибе, рассчитанное по двум наибольшим результатам испытания трех образцов.

## 2.5 Определение предела прочности при сжатии

Полученные при испытании на изгиб половинки балочек испытывают на сжатие. Каждую половинку балочки помещают между двумя пластинками так, чтобы грани, которые при изготовлении были горизонтальными, находились в вертикальном положении, а упоры пластинок плотно прилегали к торцевой гладкой плоскости образца (рисунок 3).





1 – верхняя плита прессы; 2 – пластинки размерами 6,25×4,0 см;  
3 – нижняя плита прессы; 4 – половинка образца-балочки

Рисунок 3 – Положение образца между нажимными пластинками

Предел прочности при сжатии отдельного образца  $R_{сж}$ , МПа (кгс/см<sup>2</sup>), рассчитывают по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{S}, \quad (2)$$

где  $P$  – разрушающая нагрузка, Н (кгс);

$S$  – рабочая площадь пластинки, мм<sup>2</sup> (см<sup>2</sup>).  $S = 25$  см<sup>2</sup>.

Предел прочности при сжатии вычисляют как среднее арифметическое четырех наибольших результатов из шести испытанных образцов. Полученное значение предела прочности при сжатии называют **активностью цемента**  $R_u$ .

Если испытания произведены не в возрасте 28 сут, рассчитывают прогнозируемую величину активности цемента

$$R_{28} = \frac{R_n \lg 28}{\lg n}, \quad (3)$$

где  $R_n$  – прочность раствора в возрасте  $n$  суток, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);

$R_{28}$  – то же, в возрасте 28 сут, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);

$n$  – возраст раствора, сут.

В расчетах используют следующие справочные значения:  $\lg 28 = 1,4472$ ;  $\lg 21 = 1,3222$ ;  $\lg 14 = 1,1461$ .

Результаты испытаний заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты испытания образцов в возрасте  $n = \rule{1cm}{0.4pt}$  сут

№ образ-ца	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> )		
	Отдельный образец	Среднее значение		Отдельный образец	Среднее значение	Прогнозируемая величина активности цемента $R_{ц}$
1						
2						
3						

По полученным результатам с использованием данных таблицы 1 следует сделать вывод: марка цемента -  $\rule{1cm}{0.4pt}$  (по ГОСТ 10178).

### 3 Определение истинной плотности цемента

**Проведение испытания.** Определение истинной плотности цемента производят по методике ГОСТ 310.2. Эта методика аналогична методике, изученной в лабораторной работе «Общие физические свойства строительных материалов». Особенностью испытаний цемента является то, что прибор Лешателье заполняют не водой, а обезвоженным керосином.

Перед испытаниями пробу цемента высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 - 110 °С в течение 2 ч и охлаждают в эксикаторе.

Плотность цемента вычисляют с точностью до 0,01 г/см<sup>3</sup> как среднее арифметическое значение результатов двух определений, расхождение между которыми не должно превышать 0,02 г/см<sup>3</sup>. Если расхождение в результатах превышает 0,02 г/см<sup>3</sup>, эксперимент повторяют до выполнения данного условия.

Результаты определения заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты определения истинной плотности цемента

Показатели	Номера определений		
	1	2	
Масса стакана с цементом и палочкой $m_1$ , г			
Масса стакана с остатком цемента и палочкой $m_2$ , г			
Масса цемента в колбе $m$ , г			
Объем жидкости, вытесненной цементом, $V_a$ , см <sup>3</sup>			
Истинная плотность $\rho_{иц}$ , г/см <sup>3</sup>			
Среднее значение истинной плотности $\overline{\rho_{иц}}$ , г/см <sup>3</sup>			
Среднее значение истинной плотности $\overline{\rho_{иц}}$ , кг/м <sup>3</sup>			

#### 4 Определение насыпной плотности цемента

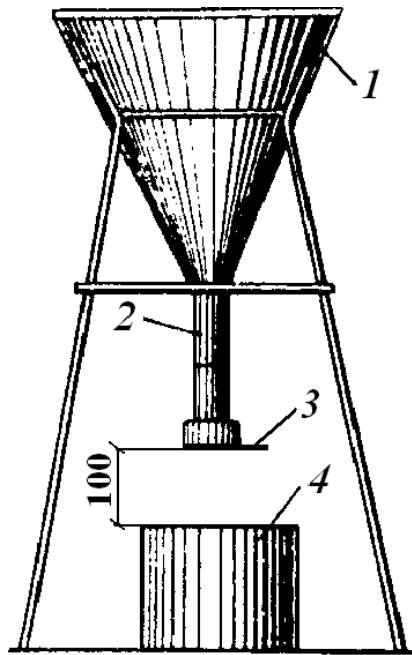
**Насыпную плотность** выражают отношением массы цемента к занимаемому им объему в рыхлом состоянии. Объем цемента включает в себя объем межзерновых пустот.

##### *Аппаратура:*

- весы;
- сосуд мерный цилиндрический металлический вместимостью 1 л;
- стандартная воронка (рисунок 4);
- линейка металлическая.

**Проведение испытания.** Испытания выполняют в следующей последовательности:

- устанавливают на стол воронку, закрывают задвижку, воронку заполняют цементом;
- взвешивают мерный сосуд (определяют массу сосуда  $m_c$ , кг), устанавливают его под воронку. Расстояние от задвижки до краев сосуда – 100 мм;
- открывают задвижку и заполняют мерный сосуд цементом с небольшим избытком – до образования над верхом сосуда конуса, задвижку закрывают;
- металлической линейкой осторожно, без уплотнения цемента снимают излишек цемента вровень с краями сосуда;
- сосуд с цементом взвешивают – определяют массу  $m_1$ , кг.



1 – воронка; 2 – трубка; 3 – задвижка; 4 – мерный сосуд

Рисунок 4 – Стандартная воронка

Насыпную плотность цемента  $\rho_{нц}$ , кг/м<sup>3</sup> (кг/л), вычисляют по формуле

$$\rho_{нц} = \frac{m_1 - m_c}{V}, \quad (4)$$

где  $m_c$  – масса мерного сосуда, кг;

$m_1$  – масса мерного сосуда с цементом, кг;

$V$  – объем сосуда, м<sup>3</sup>.

Определение насыпной плотности цемента производят два раза, при этом каждый раз берут новую порцию цемента.

Результаты испытаний и вычислений заносят в таблицу 5.

## 5 Определение тонкости помола цемента по остатку на сите

Под **тонкостью помола** понимают характеристику дисперсности цемента. Тонкость помола определяют с использованием метода ситового анализа. Его выполняют вручную или при помощи специального прибора для механического просеивания цемента. Тонкость помола выражают массовой долей остатка цемента на контрольном сите.

Испытания проводят по методике ГОСТ 310.2.

Таблица 5 – Результаты определения насыпной плотности

Наименование показателей	Результаты определений	
	1	2
Масса мерного сосуда $m_c$ , кг		
Масса мерного сосуда с цементом $m_1$ , кг		
Объем мерного сосуда $V$ , л		
Насыпная плотность цемента $\rho_{nc}$ , кг/л		
Насыпная плотность $\rho_{nc}$ , кг/м <sup>3</sup>		
Среднее значение насыпной плотности $\bar{\rho}_{nc}$ , кг/м <sup>3</sup>		

**Аппаратура** (должна соответствовать требованиям ГОСТ 310.2):

- сито с квадратными ячейками размерами 0,08 мм;
- прибор для механического просеивания;
- весы электрические.

### **Проведение испытаний**

Пробу цемента в течение 2 ч высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 - 110 °С и охлаждают в эксикаторе.

Испытания осуществляют в следующей последовательности:

- отвешивают 50 г цемента и высыпают на сито;
- сито закрывают крышкой и устанавливают в прибор для механического просеивания;
- включают прибор и в течение 5 – 7 мин осуществляют механическое просеивание;
- выключают прибор, осторожно снимают донышко и высыпают из него прошедший через сито цемент, прочищают сетку с нижней стороны мягкой кистью, вставляют донышко и продолжают просеивание;
- проводят контрольное просеивание. Просеивание считают законченным, если при просеивании сквозь сито проходит не более 0,05 г цемента. Контрольное просеивание выполняют вручную при снятом донышке на бумагу в течение 1 мин;
- определяют массу остатка цемента на сите  $m_{ост}$ , г.

Тонкость помола цемента  $T_y$ , % по массе, рассчитывают по формуле

$$T_{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ост}}}{m} 100, \quad (5)$$

где  $m_{\text{ост}}$  – масса остатка цемента на сите, г;

$m$  – масса просеиваемого цемента, г.

Результаты заносят в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты определения тонкости помола

Показатели	Значения
Масса просеиваемого цемента $m$ , г	50
Масса остатка цемента на сите № 008 $m_{\text{ост}}$ , г	
Тонкость помола $T_{\text{ц}}$ , %	
Нормируемое значение остатка на сите № 008, %, не более	15

## 6 Определение нормальной густоты цементного теста

**Цементное тесто** – однородная пластичная смесь цемента с водой. Его консистенция в зависимости от расхода воды может быть разной. Оценку консистенции цементного теста принято производить по нормальной густоте.

За **нормальную густоту цементного теста** принимают такую его консистенцию, при которой пестик прибора Вика, погруженный в кольцо с тестом, на 5 – 7 мм не доходит до пластинки, на которой установлено кольцо.

Положение пестика прибора Вика до и после его погружения в цементное тесто нормальной густоты показано на рисунке 5.

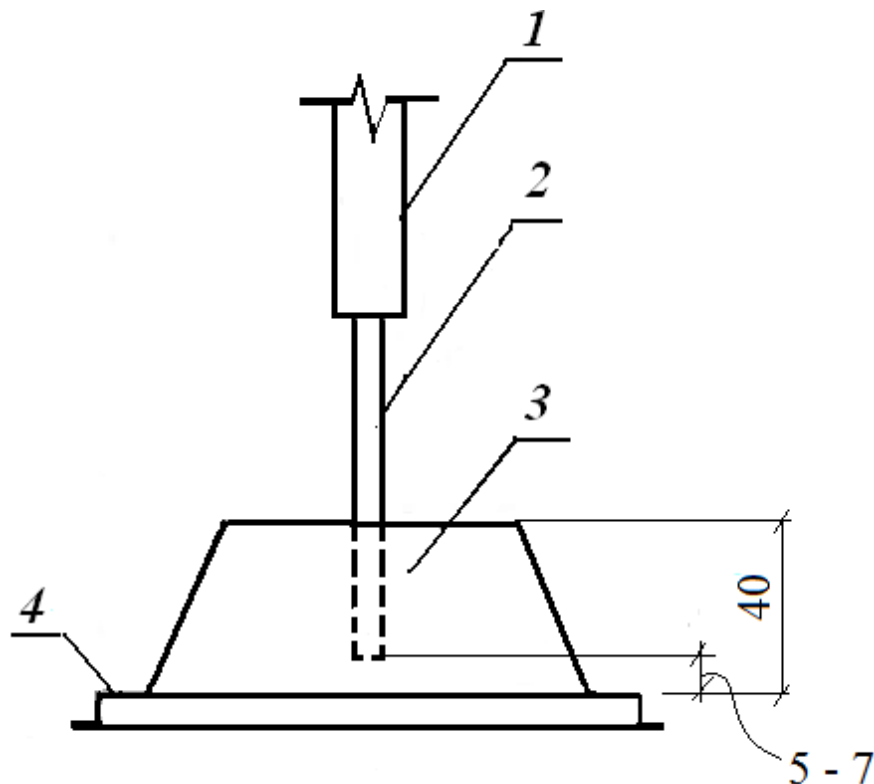
Нормальную густоту цементного теста выражают водоцементным отношением  $B/C$ , при котором достигается нормированная консистенция цементного теста.

Испытания проводят по ГОСТ 310.3.

**Аппаратура** (должна соответствовать требованиям ГОСТ 310.3):

- прибор Вика с иглой и пестиком;
- кольцо к прибору Вика.

**Проведение испытаний.** При приготовлении цементного теста вручную испытания проводят в следующей последовательности:



1 – цилиндрический металлический стержень; 2 – пестик;  
3 – кольцо с цементным тестом; 4 – стеклянная пластинка

Рисунок 5 – Положение пестика прибора Вика до и после погружения в цементное тесто нормальной густоты

- подготовка прибора Вика: закрепление пестика в нижней части стержня и установка иглы в верхней его части (масса подвижной части прибора должна составлять 300 г); проверка свободного падения стержня, чистоты пестика, положения стрелки (должна стоять на нуле при соприкосновении пестика со стеклянной пластинкой); смазка кольца и пластинки машинным маслом;

- приготовление цементного теста: 400 г цемента, высыпая в чашу, предварительно протертую влажной тканью, и делают в цементе углубление. В углубление вливают в один прием воду в количестве, необходимом (ориентировочно) для получения цементного теста нормальной густоты. Углубление засыпают цементом и через 30 с после затворения водой сначала осторожно перемешивают, а затем энергично растирают тесто лопаткой. Продолжительность перемешивания и растирания - 5 мин;

- определение глубины погружения пестика: быстро в один прием заполняют кольцо цементным тестом, пять-шесть раз встряхивают его, постукивая пластинку о твердое основание. Поверхность теста выравнивают вровень с краями кольца, срезая избыток теста ножом, протертым влажной тканью. Немедленно пестик прибора доводят до соприкосновения с поверхностью теста в центре кольца и закрепляют стержень стопорным устройством. Быстро освобождают его. Через 30 с по шкале прибора определяют глубину погружения пестика в цементное тесто или расстояние, на которое он не доходит до пластинки;
- если расстояние от пестика до стеклянной пластинки больше или меньше, чем 5 – 7 мм, изменяют количество воды затворения и повторяют испытания, добиваясь погружения пестика на требуемую глубину.

Результаты испытаний заносят в таблицу 7.

Таблица 7 – Результаты определения нормальной густоты цементного теста

Показатели	Результаты испытаний		
	1	2	3
Расход цемента $\Pi$ , г	400	400	400
Расход воды $B$ , г			
Расстояние от пестика до стеклянной пластинки, мм			
Водоцементное отношение $B/\Pi$			

## 7 Определение сроков схватывания цемента

**Схватывание** – необратимый процесс потери подвижности цементным тестом вследствие взаимодействия цемента с водой.

**Сроки схватывания** характеризуют период, в течение которого цементное тесто сохраняет пластичность. Выделяют: начало и конец схватывания.

Испытания проводят по методике ГОСТ 310.3 на цементном тесте нормальной густоты.

За **начало схватывания цементного теста** принимают время от момента затворения до момента, когда игла прибора Вика не доходит до пластинки на 2 – 4 мм.



За **конец схватывания цементного теста** принимают время от момента затворения до момента, когда игла прибора Вика погружается в тесто не более чем на 1 – 2 мм.

**Проведение испытаний** осуществляют в следующем порядке:

- иглу прибора Вика закрепляют в нижней части стержня, а пестик - в верхней; проверяют свободное падение подвижного стержня прибора, чистоту иглы и отсутствие на ней искривлений, нулевое положение стрелки; смазывают кольцо и пластинку тонким слоем машинного масла;

- приготавливают цементное тесто нормальной густоты;

- укладывают цементное тесто в кольцо прибора Вика, установленное на стеклянной пластинке; слегка встряхивают пять – шесть раз для удаления пузырьков воздуха; избыток теста удаляют ножом, поверхность выравнивают;

- кольцо с цементным тестом устанавливают на столик прибора, доводят иглу до соприкосновения с поверхностью теста и закрепляют стержень винтом; быстро отвинчивают зажимной винт, чтобы игла могла свободно погрузиться в тесто; фиксируют глубину погружения иглы.

Иглу погружают в тесто каждые 10 мин. Место погружения иглы в тесто меняют, передвигая кольцо, а иглу каждый раз протирают влажной тряпкой.

В ходе испытаний фиксируют время наступления начала схватывания в минутах и конца схватывания в часах и минутах.

## **8 Определение равномерности изменения объема**

**Равномерность изменения объема цемента** – свойство в процессе твердения образовывать цементный камень, деформация которого не превышает значений, установленных нормативным документом.

Равномерность изменения объема определяют на лепешках, изготовленных из цементного теста нормальной густоты.

**Проведение испытаний**

- готовят тесто нормальной густоты;

- отвешивают две навески теста массой 75 г каждая, формуют из них шарики, помещают их на стеклянную пластинку, протертую машинным маслом.

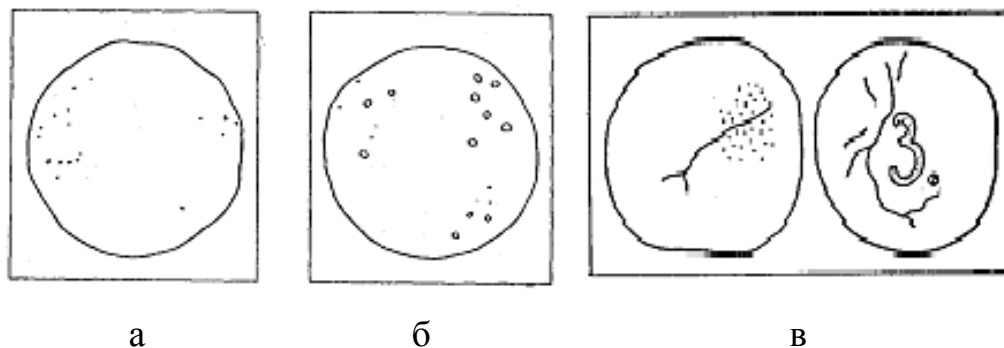
Постукивают стеклянной пластинкой о твердое основание до образования лепешки диаметром 7 – 8 см и толщиной в середине около 1 см. Поверхность лепешки заглаживают смоченным водой ножом от наружных краев к центру до образования острых краев и гладкой закругленной поверхности;

- хранят лепешки в течение  $(24 \pm 2)$  ч в ванне с гидравлическим затвором;
- проводят испытания кипячением: лепешки вынимают из ванны, снимают с пластинок и помещают в бачок с водой на решетку. Воду в бачке доводят до кипения, которое поддерживают в течение 3 ч;
- лепешки в бачке охлаждают, извлекают из воды и осматривают.

Цемент соответствует требованиям стандарта в отношении равномерности изменения объема, если не отмечено увеличение объема лепешек и на их лицевой стороне не обнаружено:

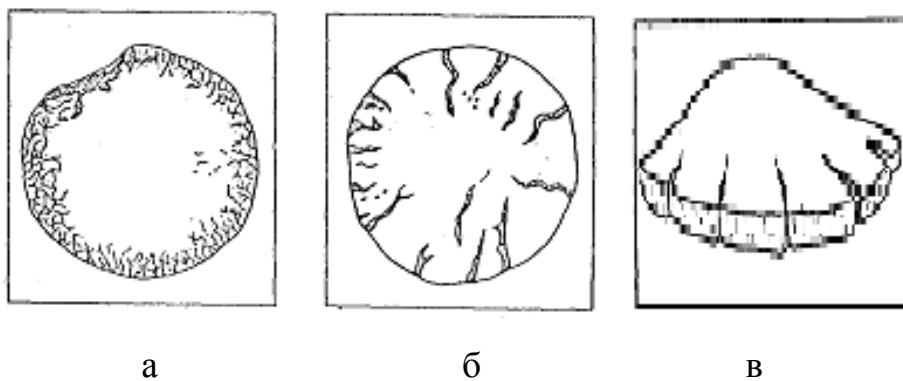
- радиальных, доходящих до краев, трещин или сетки мелких трещин, видимых невооруженным глазом или в лупу;
- каких-либо искривлений (их размеры не должны превышать 2 мм на краю или в середине лепешки).

Допускается в первые сутки после испытаний появление трещин усыхания, не доходящих до краев лепешек, при условии сохранения звонкого звука при постукивании лепешек одна о другую. Внешний вид лепешек, выдержавших испытание на равномерность изменения объема, приведен на рисунке 6, не выдержавших испытание – на рисунке 7.



а, б – отсутствие дефектов лицевой поверхности; в – трещины усыхания

Рисунок 6 – Лепешки, выдержавшие испытания  
на равномерность изменения объема



а – разрушение; б – радиальные трещины; в – искривление

Рисунок 7 – Лепешки, не выдержавшие испытания  
на равномерность изменения объема

## 9 Выводы о качестве портландцемента

- марка цемента \_\_\_\_\_ ;
- активность цемента \_\_\_\_\_ МПа;
- истинная плотность цемента  $\rho_{иц} =$  \_\_\_\_\_ кг/л;
- насыпная плотность цемента  $\rho_{нц} =$  \_\_\_\_\_ кг/л;
- по тонкости помола цемент \_\_\_\_\_ требованиям ГОСТ 10178;
- нормальная густота цементного теста \_\_\_\_\_ %.

## 10 Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные свойства, по которым оценивают качество портландцемента. Дайте их краткую характеристику.
- 2 Опишите порядок изготовления образцов для определения марки цемента и условия их хранения.
- 3 Опишите порядок определения предела прочности при изгибе (схема испытаний, обработка результатов).
- 4 Как определяют предел прочности при сжатии (схема испытаний, расчетная формула, обработка результатов)?
- 5 Дайте определение активности цемента. Как ее определяют?

6 Приведите методику определения истинной плотности цемента. Опишите методику определения насыпной плотности.

7 Как определяют тонкость помола цемента?

8 Дайте определение нормальной густоты цементного теста и порядок ее определения.

9 Что характеризуют сроки схватывания цемента, как их устанавливают?

10 Перечислите критерии, по которым устанавливают соответствие цемента установленным требованиям по равномерности изменения объема.

### **Библиографическое описание**

1 ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.

2 ГОСТ 310.1-76. Цементы. Методы испытаний. Общие положения.

3 ГОСТ 310.2-76. Цементы. Методы определения тонкости помола.

4 ГОСТ 310.3-76. Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.

5 ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.

6 ГОСТ 6139-2003. Песок для испытания цемента. Технические условия.