

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра строительных материалов

ИСПЫТАНИЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И ЕГО РАЗНОВИДНОСТЕЙ

**Методические указания
к лабораторным работам**

Казань 2012

УДК 669.96

ББК

Р

Испытание портландцемента и его разновидностей: Методические указания к лабораторным работам по курсу «Материаловедение», «Строительные материалы» для студентов 1, 2 курсов КГАСУ / Сост.: Н.Р.Рахимова . – Казань: КГАСУ, 2012. – 16 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета.

Настоящие методические указания составлены для самостоятельной подготовки студентов и проведения лабораторных работ по курсу «Материаловедение», «Строительные материалы». В настоящих методических указаниях приведены необходимые сведения о требованиях к цементам и стандартных методах их испытаний.

Илл.5, табл.2

УДК 669.96

ББК

Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2012
Рахимова Н.Р., 2012

Цель лабораторной работы состоит в изучении основных свойств портландцемента и методов их определения.

Портландцементом называют гидравлическое вяжущее вещество, в составе которого преобладают силикаты кальция (70-80%). Портландцемент – продукт тонкого измельчения клинкера с добавкой гипса (3-5%). Клинкер представляет собой зернистый материал («горошек»), полученный обжигом до спекания (при 1450⁰С) сырьевой смеси, состоящей в основном из углекислого кальция (известняки различного вида) и алюмосиликатов (глины, мергеля, доменного шлака и др.). Небольшая добавка гипса регулирует сроки схватывания портландцемента.

1. Классификация. Технические требования. (ГОСТ 30515-97)

По назначению цементы подразделяют на:

- общестроительные;
- специальные (быстро-, особобыстро- и сверхбыстротвердеющий цемент; сульфатостойкий; портландцементы с органическими добавками - пластифицированный, гидрофобный портландцемент, вяжущие низкой водопотребности; портландцементы с минеральными добавками – пуццолановый, шлакопортландцемент, гипсоцементнопуццолановые вяжущие; белый и цветные портландцементы; тампонажный портландцемент; глиноземистый цемент; расширяющиеся и безусадочные цементы и т.д.).

По виду клинкера цементы подразделяют на основе:

- портландцементного клинкера;
- глиноземистого (высокоглиноземистого) клинкера;
- сульфоалюминатного (-ферритного) клинкера.

По вещественному составу цемент подразделяют на следующие типы:

- портландцемент (без минеральных добавок);
- портландцемент с добавками (с активными минеральными добавками не более 20 %);
- шлакопортландцемент (с добавками гранулированного шлака более 20 %).

По скорости твердения общестроительные цементы подразделяют на:

- нормальнотвердеющие — с нормированием прочности в возрасте 2 (7) и 28 сут;

- быстротвердеющие — с нормированием прочности в возрасте 2 сут, повышенной по сравнению с нормальнотвердеющими, и 28 сут.

По срокам схватывания цементы подразделяют на:

- медленносхватывающиеся — с нормируемым сроком начала схватывания более 2 ч;

- нормальносхватывающиеся — с нормируемым сроком начала схватывания от 45 мин до 2 ч;

- быстросхватывающиеся — с нормируемым сроком начала схватывания менее 45 мин.

Начало схватывания цемента должно наступать не ранее 45 мин, а конец - не позднее 10 ч от начала затворения.

Тонкость помола цемента должна быть такой, чтобы при просеивании пробы цемента сквозь сито с сеткой № 008 по ГОСТ 6613 проходило не менее 85 % массы просеиваемой пробы.

Цемент должен показывать равномерность изменения объема при испытании образцов кипячением в воде, а при содержании MgO в клинкере более 5 % — в автоклаве.

По прочности при сжатии (в соответствии с ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия) в 28-суточном возрасте цемент подразделяют на марки:

портландцемент - 400, 500, 550 и 600;

шлакопортландцемент - 300, 400 и 500;

портландцемент быстротвердеющий - 400 и 500;

шлакопортландцемент быстротвердеющий - 400.

Пределы прочности цемента при изгибе и сжатии должен быть не менее значений, указанных в табл.1.

Таблица 1

Обозначение вида цемента	Гарантированная марка	Предел прочности, МПа (кгс/см ²)			
		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)

Условное обозначение цемента (в соответствии с ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия) должно состоять из:

наименования типа цемента - портландцемент, шлакопортландцемент. Допускается применять сокращенное обозначение наименования - соответственно ПЦ и ШПЦ;

марки цемента;

обозначения максимального содержания добавок в портландцементе по п. 1.6: Д0, Д5, Д20;

обозначения быстротвердеющего цемента — Б;

обозначения пластификации и гидрофобизации цемента — ПЛ, ГФ;

обозначения цемента, полученного на основе клинкера нормированного состава, - Н;

обозначения настоящего стандарта.

Пример условного обозначения портландцемента марки 400, с добавками до 20 %, быстротвердеющего, пластифицированного:

Портландцемент 400-Д20-Б - ПЛ ГОСТ 10178-85.

В 2004 году принят межгосударственный стандарт ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия», гармонизированный с европейским EN 197-1.

Основные отличия настоящего стандарта от действующего [ГОСТ 10178](#) сводятся к следующему:

- вместо марок введены классы прочности на сжатие, аналогичные установленным EN 197-1. Значения классов прочности имеют вероятностный характер и установлены с доверительной вероятностью 95 %;

- для цементов всех классов прочности, кроме требований к прочности в возрасте 28 сут, дополнительно установлены нормативы по прочности в возрасте двух суток, за исключением классов 22,5Н и 32,5Н, а для цементов классов 22,5Н и 32,5Н - в возрасте 7 сут;

- для всех классов прочности, кроме класса 22,5, введено разделение цементов по скорости твердения на нормальнотвердеющие и быстротвердеющие, что позволит минимизировать расход цемента в строительстве за счет его оптимального подбора по скорости твердения.

Настоящий стандарт не отменяет [ГОСТ 10178](#), который можно применять во всех случаях, когда это технически и экономически целесообразно. Настоящий стандарт действует параллельно с [ГОСТ 10178](#) и применяется в случаях, когда заключенные контракты или другие согласованные условия предусматривают применение цементов с характеристиками, гармонизированными с требованиями EN 197-1.

По вещественному составу цементы подразделяют на пять типов:

- ЦЕМ I - портландцемент;
- ЦЕМ II - портландцемент с минеральными добавками;
- ЦЕМ III - шлакопортландцемент;
- ЦЕМ IV - пуццолановый цемент;
- ЦЕМ V - композиционный цемент.

Условное обозначение цементов должно состоять из:

- наименования цемента;
- сокращенного обозначения цемента, включающего обозначение типа и подтипа цемента и вида добавки;
- класса прочности;
- обозначения подкласса;
- обозначения настоящего стандарта.

Примеры условных обозначений:

Портландцемент со шлаком (Ш) от 21 % до 35 %, класса прочности 32,5, нормальнотвердеющий:

Портландцемент со шлаком ЦЕМ II/В-III 32,5Н ГОСТ 31108-2003.

Требования к физико-механическим свойствам цементов по ГОСТ 31108-2003 приведены в таблице 2.

Таблица 2

Класс прочности цемента	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте				Начало схватывания, мин, не ранее	Равномерность изменения объема (расширение), мм, не более
	2 сут, не менее	7 сут, не менее	28 сут			
			не менее	не более		
22,5Н	-	11	22,5	42,5	75	10
32,5Н	-	16	32,5	52,5		
32,5Б	10	-				
42,5Н	10	-	42,5	62,5	60	
42,5Б	20	-				
52,5Н	20	-	52,5		45	
52,5Б	30	-				

2. Методы испытаний (ГОСТ 310.1-3-76 (1992))

2.1. Отбор проб

Отбор проб цемента, упакованного в мешки, мягкие контейнеры или другую тару, а также из специализированных транспортных средств при перевозке цемента без упаковки производят следующим образом. Методом случайного отбора выбирают не менее пяти единиц упаковок или транспортных средств и из каждой отбирают по одной точечной пробе.

Массу точечных проб определяют таким образом, чтобы масса объединенной пробы, составленной из них, была не менее 20 кг при проверке качества цемента изготовителем, потребителем и органами надзора, и не менее 30 кг при проверке качества цемента в случае предъявления претензий потребителем.

Для приготовления объединенной пробы все точечные пробы, отобранные из одной партии (части партии), соединяют и тщательно перемешивают ручным или механическим способом. Из объединенной пробы получают лабораторные пробы массой около 8 кг. Лабораторные пробы могут быть получены с использованием любых типов делителей проб или следующим образом. Объединенную пробу высыпают на ровную, сухую и чистую поверхность, разравнивают и делят на четыре части взаимно перпендикулярными линиями, проходящими через центр. Последовательно из каждой четверти отбирают совком некоторое количество цемента в емкости для лабораторных проб. Эту процедуру проводят до тех пор, пока в каждой емкости не наберется около 8 кг цемента.

При контроле качества цемента изготовителем из объединенной пробы получают две лабораторные пробы. Одна предназначена для испытаний в

лаборатории изготовителя, а вторая хранится у него в течение гарантийного срока на случай необходимости проведения повторных испытаний.

При контроле качества цемента потребителем или органами надзора из объединенной пробы получают две лабораторные пробы. Одну пробу направляют в испытательную лабораторию третьей стороны, другая остается у потребителя или изготовителя.

При контроле качества цемента в случае предъявления потребителем претензии из объединенной пробы получают три лабораторные пробы. Одну пробу направляют в испытательную лабораторию третьей стороны и по одной пробе — изготовителю и потребителю.

Упаковка и хранение проб должны обеспечивать сохранность свойств контролируемого цемента. Тара, в которую упаковывают пробы, должна быть чистой, сухой, воздухо- и влагонепроницаемой и изготовлена из материала, инертного по отношению к цементу.

2.2. Общие указания

Физические и механические испытания производятся по следующим ГОСТам:

ГОСТ 30515-97 Цементы. Общие технические условия

ГОСТ 310.1-76 (1992) Цементы. Методы испытаний. Общие положения

ГОСТ 310.2-76 (1992) Цементы. Методы определения тонкости помола

ГОСТ 310.3-76(1992) Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема

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

ГОСТ 30744-2001 Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка

2.3. Определение нормальной густоты цементного теста

Аппаратура:

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

Нормальной густотой цементного теста считают такую консистенцию его, при которой пестик прибора Вика (рис.1), погруженный в кольцо, заполненное тестом, не доходит на 5-7 мм до пластинки, на которой установлено кольцо. Нормальную густоту цементного теста характеризуют количеством воды затворения, выраженным в процентах от массы цемента.

Перед началом испытания проверяют, свободно ли опускается стержень прибора Вика, а также нулевое показание прибора, соприкасая пестик с пластинкой, на которой расположено кольцо. При отклонении от нуля шкалу прибора соответствующим образом передвигают.

Кольцо и пластинку перед началом испытаний смазывают тонким слоем машинного масла. Для ручного приготовления цементного теста отвешивают 400 г цемента, высыпают в чашу, предварительно протертую влажной

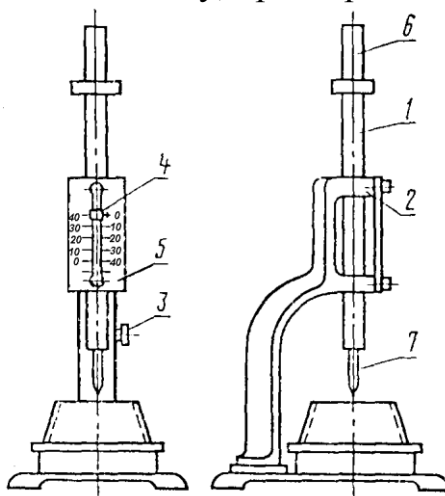


Рис.1. Прибор Вика:

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

тканью. Затем делают в цементе углубление, в которое вливают в один прием воду в количестве, необходимом (ориентировочно) для получения цементного теста нормальной густоты. Углубление засыпают цементом и через 30 с после прилипания воды сначала осторожно перемешивают, а затем энергично растирают тесто лопаткой. Продолжительность перемешивания и растирания составляет 5 мин с момента прилипания воды.

После окончания перемешивания кольцо быстро наполняют в один прием цементным тестом и 5-6 раз встряхивают его, постукивая пластинку о твердое основание. Поверхность теста выравнивают с краями кольца, срезая избыток теста ножом, протертым влажной тканью. Немедленно после этого приводят пестик прибора в соприкосновение с поверхностью теста в центре кольца и закрепляют стержень стопорным устройством, затем быстро освобождают его и предоставляют пестик свободно погружаться в тесто. Через 30 с с момента освобождения, стержня производят отсчет погружения по шкале. Кольцо с тестом при отсчете не должно подвергаться толчкам. При несоответствующей консистенции цементного теста изменяют количество воды и вновь затворяют тесто, добиваясь погружения пестика на 5-7 мм от пластинки. Количество добавляемой воды для получения теста нормальной густоты определяют с точностью до 0,25 %.

2.4. Определение сроков схватывания

Аппаратура по п.2.3.

Под сроками схватывания цементного теста понимают время в часах и минутах от момента затворения цемента водой до появления признаков его загустевания.

Сроки схватывания определяют на приборе Вика при помощи иглы. Началом схватывания цементного теста считают время, прошедшее от начала затворения (момента прилипания воды) до того момента, когда игла не доходит до пластинки на 2-4 мм. Концом схватывания цементного теста считают время от начала затворения до момента, когда игла опускается в тесто не более чем на 1-2 мм.

Цементное тесто готовится так же, как и при определении нормальной густоты. Перед началом испытания проверяют, свободно ли опускается стержень прибора Вика, а также нулевое отклонение прибора. Кроме того, проверяют чистоту поверхности и отсутствие искривления иглы. Иглу прибора доводят до соприкосновения с поверхностью цементного теста и в этом положении закрепляют стержень стопором, затем освобождают стержень, давая игле свободно погружаться в тесто. В начале испытания, пока тесто находится в пластичном состоянии, во избежание сильного удара иглы о пластинку допускается слегка ее задерживать при погружении в тесто. Как только тесто загустеет настолько, что опасность повреждения иглы будет исключена, игле дают свободно опускаться. Момент начала схватывания определяют при свободном опускании иглы.

Иглу погружают в тесто через каждые 10 мин, передвигая кольцо после каждого погружения для того, чтобы игла не попадала в прежнее место. После каждого погружения иглу вытирают. Во время испытания прибор должен находиться в затененном месте, где нет сквозняков, и не должен подвергаться сотрясениям.

2.5. Определение равномерности изменения объема

Аппаратура по п.2.3., гидравлический затвор, бачок для кипячения.

Для испытания на равномерность изменения объема цемента готовят тесто нормальной густоты. Две навески теста массой 75 г каждая, приготовленные в виде шариков, помещают на стеклянную пластинку, предварительно протертую машинным маслом. Постукивают ею о твердое основание до образования из шариков лепешек диаметром 7-8 см и толщиной в середине около 1 см. Лепешки заглаживают смоченным водой ножом от наружных краев к центру до образования острых краев и гладкой закругленной поверхности.

Приготовленные лепешки хранят в течение (24 ± 2) ч с момента изготовления в ванне с гидравлическим затвором, а затем подвергают испытанию кипячением. По истечении времени хранения две цементные 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, после чего лепешки в бачке охлаждают и производят их внешний осмотр немедленно после извлечения из воды.

Цемент соответствует требованиям стандарта в отношении равномерности изменения объема, если на лицевой стороне лепешек не обнаружено радиальных, доходящих до краев, трещин или сетки мелких трещин, видимых невооруженным глазом или в лупу, а также каких-либо искривлений и

увеличения объема лепешек. Искривления обнаруживают при помощи линейки, прикладываемой к плоской поверхности лепешки, при этом обнаруживаемые искривления 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. Образцы лепешек, выдержавших и не выдержавших испытание на равномерность изменения объема, приведены на рис. 2.

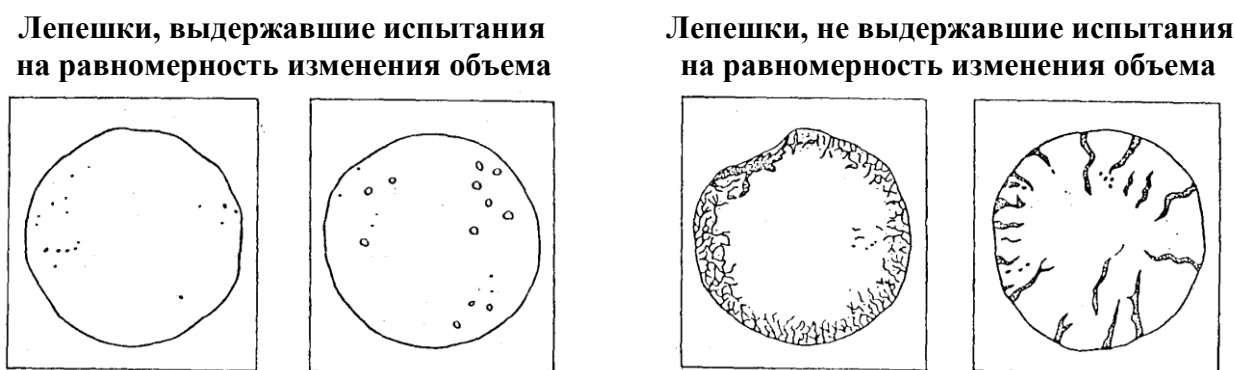


Рис.2.

2.6. Определение тонкости помола

Аппаратура: сито с сеткой №008.

Тонкость помола цемента определяют как остаток на сите с сеткой № 008 в процентах к первоначальной массе просеиваемой пробы с точностью до 0,1 %. Проход должен быть не менее 85%. Для удобства выполнения работы остаток можно взвешивать на сите.

Сетка должна быть хорошо натянута и плотно зажата в цилиндрической обойме. Сетку сита периодически осматривают в лупу. При обнаружении каких-либо дефектов в сетке (дырки, отход ткани от обоймы и т. д.) ее немедленно заменяют новой.

Для испытания берут 50 г цемента, предварительно высушенного в сушильном шкафу при температуре 105-110°C в течение 2 ч, высыпают на сито, закрывают крышкой и устанавливают в прибор для механического просеивания или просеивают вручную.

Контрольное просеивание выполняют вручную при снятом доньшке на бумагу в течение 1 мин. Операцию просеивания считают законченной, если при контрольном просеивании сквозь сито проходит не более 0,05 г цемента.

2.7. Изготовление балочек, испытание на сжатие и изгиб

Аппаратура:

- мешалка для перемешивания цементного раствора;
- чаша и лопатка;
- встряхивающий столик и форма-конус;
- штыковка;

- разъемные формы для образцов-балочек;
- вибрационная площадка;
- нажимные пластины;
- приборы для испытания образцов-балочек на изгиб и сжатие.

2.7.1. Изготовление образцов-балочек

Для определения прочностных характеристик цемента изготавливают образцы-балочки из цементного раствора состава 1:3 (одна весовая часть цемента и три весовые части песка определенного фракционного состава) при водоцементном отношении 0,4.

Для перемешивания цементного раствора применяют лопастную или бегунковую мешалку.

В лопастной мешалке три лопасти совершают планетарное вращение относительно оси чаши, а активные лопасти, кроме того, вращаются вокруг собственных осей во встречных направлениях.

Схема бегунковой мешалки, основные размеры и их предельные отклонения приведены на рис.3.

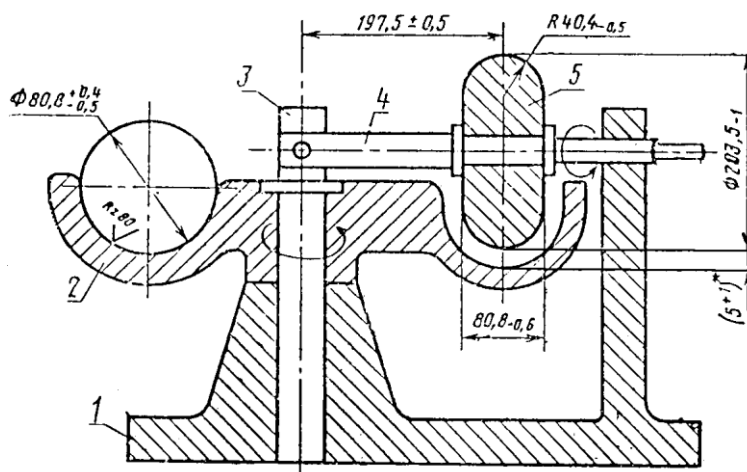


Рис.3. Бегунковая мешалка для перемешивания цементного раствора:
1 - основание; 2 - чаша; 3 - ось чаши; 4 - ось бегунка; 5 - бегунок

1500 г песка и 500 г высыплют в предварительно протертую мокрой тканью сферическую чашу, перемешивают цемент с песком лопатой в течение 1 мин. Затем в центре сухой смеси делают лунку, вливают в нее воду в количестве 200 г ($V/C=0,40$), дают воде впитаться в течение 0,5 мин и перемешивают смесь в течение 1 мин. Раствор переносят в предварительно протертую мокрой тканью чашу бегунковой мешалки и перемешивают в последней в течение 2,5 мин (20 оборотов чаши мешалки).

По окончании перемешивания определяют консистенцию цементного раствора. Форму-конус с центрирующим устройством устанавливают на диск встряхивающего столика. Внутреннюю поверхность конуса и диск столика перед испытанием протирают влажной тканью, заполняют раствором форму-конус на половину высоты и уплотняют 15 штыкованиями металлической

штыковкой. Затем наполняют конус раствором с небольшим избытком и штыкуют 10 раз.

После уплотнения верхнего слоя избыток раствора удаляют ножом, расположенным под небольшим углом к торцевой поверхности конуса, заглаживая с нажимом раствор вровень с краями конуса, затем конус снимают в вертикальном направлении. Нож предварительно протирают влажной тканью.

Раствор встряхивают на столике 30 раз за (30 ± 5) с, после чего штангенциркулем измеряют диаметр конуса по нижнему основанию и двух взаимно перпендикулярных направлениях и берут среднее значение. Распływ конуса с $V/C=0,40$ должен быть в пределах 106-115 мм. Если распływ конуса окажется менее 106 мм, количество воды увеличивают для получения распльва конуса 106-108 мм. Если распływ конуса окажется более 115 мм, количество воды уменьшают для получения распльва конуса 113-115 мм.

Водоцементное отношение, полученное при достижении распльва конуса 106-115 мм, принимают для проведения дальнейших испытаний.

Из этого раствора изготавливают образцы-балочки размерами 4x4x16 см в количестве трех штук.

Непосредственно перед изготовлением образцов внутреннюю поверхность стенок форм и поддона слегка смазывают машинным маслом.

Для уплотнения, раствора форму балочек с насадкой, подготовленную по п. 2.2.1, закрепляют в центре виброплощадки, плотно прижимая ее к плите. Допускается устанавливать две формы, симметрично расположенные относительно центра виброплощадки, при условии одновременного их заполнения.

Форму по высоте наполняют приблизительно на 1 см раствором и включают вибрационную площадку. В течение первых 2 мин вибрации все три гнезда формы равномерно небольшими порциями заполняют раствором. По истечении 3 мин от начала вибрации виброплощадку отключают. Форму снимают с виброплощадки и избыток раствора удаляют ножом расположенным под небольшим углом к поверхности укладки, заглаживая, с нажимом раствор вровень с краями формы. Образцы маркируют. Нож предварительно должен быть протерт влажной тканью.

После изготовления образцы в формах хранят (24 ± 1) ч в ванне с гидравлическим затвором или в шкафу, обеспечивающем относительную влажность воздуха не менее 90 %.

По истечении времени хранения указанного в п. 2.2.5, образцы осторожно расформовывают и укладывают в ванны с питьевой водой и горизонтальном положении так, чтобы они не соприкасались друг с другом.

Вода должна покрывать образцы не менее чем на 2 см. Воду меняют через каждые 14 сут.

2.7.2. Определение предела прочности при изгибе и сжатии

Цементные балочки в возрасте 28 сут испытывают на изгиб по схеме балк на двух опорах с одним сосредоточенным грузом посередине.

Образец устанавливают на опорные элементы прибора таким образом, чтобы его горизонтальные при изготовлении грани находились в вертикальном положении. Схема расположения образца на опорных элементах показана на рис.4. Образцы испытывают в соответствии с инструкцией, приложенной к прибору.

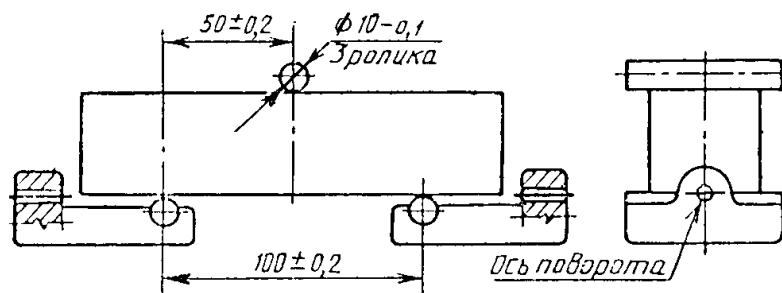


Рис.4. Схема расположения образца на опорных элементах

Испытание на изгиб производят на испытательной машине МИИ-100 или 2170 П-6. Предел прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое значение двух наибольших результатов испытания трех образцов.

Полученные после испытания на изгиб шесть половинок балочек сразу же подвергают испытанию на сжатие. Половинку балочек помещают между двумя пластинками таким образом, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегли к стенкам формы, находились на плоскостях пластинок, а упоры пластинок плотно прилегли к торцевой гладкой плоскости образца (рис.5). Образец вместе с пластинами центрируют на опорной плите прессы. Средняя скорость нарастания нагрузки при испытании должна быть $(2,0 \pm 0,5)$ МПа/с.

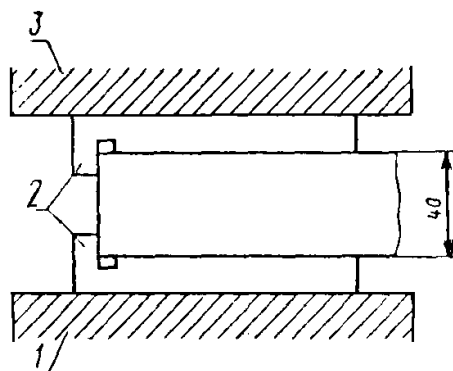


Рис.5. Положение образца между нажимными пластинками при испытании на сжатие: 1-нижняя плита прессы; 2 -пластинки; 3 - верхняя плита прессы

Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют как частное от деления величины разрушающей нагрузки (в кгс) на рабочую площадь пластинки (в см^2) т. е. на 25 см^2 :

$$R_{\text{сж}} = \frac{P}{F}, \quad (1)$$

где F — разрушающая нагрузка, кг;

S — площадь рабочей поверхности нажимной пластинки, см².

За прочность на сжатие принимают среднеарифметическое значение результатов испытаний шести половинок образцов-балочек. Результаты вычисления округляют до 0,1 МПа.

Если один из шести результатов отличается более чем на 10 % от среднеарифметического значения, этот результат следует исключить и рассчитать среднеарифметическое значение для оставшихся пяти результатов.

Если еще один результат отличается более чем на 10 % от среднеарифметического значения оставшихся пяти результатов, испытания считают выполненными неудовлетворительно, в этом случае все результаты признают недействительными.

Допускается определение прочности цемента после пропаривания. Для этого формы с образцами помещают в пропарочную камеру, где выдерживают в течение (120 ± 10) мин при температуре $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ (при отключенном подогреве).

Пропарку ведут по следующему режиму:

- равномерный подъем температуры до $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$... (180 ± 10) мин,
- изотермический прогрев при температуре $(85 \pm 5)^\circ\text{C}$... (360 ± 10) мин,
- остывание образцов при отключенном подогреве ... (120 ± 10) мин.

Для предохранения поверхности образца от попадания конденсата формы накрывают пластинами, выполненными из коррозионно-стойких материалов и не оказывающими давления на образцы. Затем открывают крышку камеры. Через (24 ± 2) ч с момента изготовления образцы расформовывают и сразу же испытывают.

3. Вопросы

1. Какие вещества называют гидравлическими вяжущими и какие химические соединения придают им гидравлические свойства?
2. Какое вяжущее вещество называют портландцементом?
3. Какие материалы применяют для производства цемента?
4. Каков химико-минералогический состав портландцемента и от чего он зависит?
5. Какие добавки применяют в портландцементе при помоле клинкера?
6. Основные свойства портландцемента?
7. Виды коррозии цементного камня и меры борьбы с коррозией.
8. Основные сведения о применении, хранении и транспортировании портландцемента.
9. Что такое пуццолановый портландцемент и с какими гидравлическими добавками его изготавливают?
10. Что такое шлакопортландцемент и шлаковые цементы?
11. Отличие пластифицированного и гидрофобного портландцемента от обычного портландцемента?
12. Отличие быстротвердеющего портландцемента и шлакопортландцемента от обычных портландцемента и шлакопортландцемента?

4. Задачи

1. Определить пористость цементного камня при водоцементном отношении $V/C=0,6$, если химически связанная вода составляет 16% от массы цемента, плотность которого $3,1 \text{ г/см}^3$.

2. Образцы балочек размерами $40 \times 40 \times 160$ мм испытаны в 28-дневном возрасте на изгиб и их половинки на сжатие. При испытании на изгиб были получены следующие результаты: 46,8; 51,0; 52,0 кг/см^2 или 4,68; 5,1; 5,2 МПа. Разрушающая нагрузка при испытании на сжатие оказалась равной: 800, 788, 820, 810, 800 и 790 Н. Установить марку цемента.

3. Определить пористость в затвердевшем цементном тесте, изготовленном из шлакопортландцемента, если тесто содержит 40% воды, а для прохождения реакции твердения требуется 18%. Плотность шлакопортландцемента – $2,95 \text{ г/см}^3$.

4. Сколько нужно добавить трепела к портландцементу марки «600», чтобы получить пуццолановый портландцемент марки «400». Предполагается, что трепел не участвует в реакции образования цементного камня для 28-дневного возраста.

5. Сколько потребуется пластифицирующей добавки для пластификации 1 т портландцемента. Добавка содержит 10% твердого вещества и 90% воды. Установлено, что количество пластифицирующей добавки должно быть 0,2% от массы цемента в расчете на твердое вещество.

6. Какое количество гидрофобной добавки-мылонафта потребуется для получения 1 т гидрофобного портландцемента с минеральными добавками. Установлено, что при помоле клинкера необходимо вводить 0,25% мылонафта, 5% двуводного гипса, 10% трепела от массы клинкера.

ИСПЫТАНИЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА И ЕГО РАЗНОВИДНОСТЕЙ
Методические указания
к лабораторным работам

Составитель: Рахимова Н.Р.

Редактор:

Редакционно-издательский отдел
Казанского государственного архитектурно-строительного
университета

Подписано в печать
Заказ
Бумага тип №1

Тираж 100 экз.
Печать офсетная

Формат 60x84/16
Усл.-печ.л. 1.1
Уч.-изд.л. 1.1

Печатно-множительный отдел КГАСУ
420043, Казань, Зеленая, 1