МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

**ГОСТ
34532—
2025**

ЦЕМЕНТЫ ТАМПОНАЖНЫЕ

Методы испытаний

Издание официальное

**Москва
Российский институт стандартизации
2025**

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Некоммерческой организацией «Союз производителей цемента» (НО СОЮЗЦЕМЕНТ) при участии Акционерного общества «Холдинговая компания «Сибирский цемент» (АО «ХК «Сибцем») и Общества с ограниченной ответственностью «СЛК Цемент» (ООО «СЛК Цемент»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 144 «Строительные материалы и изделия»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 апреля 2025 г. № 184-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Институт стандартизации Молдовы
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию
Украина	UA	Минэкономразвития Украины

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 июня 2025 г. № 564-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 34532—2025 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июня 2026 г. с правом досрочного применения

5 ВЗАМЕН ГОСТ 34532—2019

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

ЦЕМЕНТЫ ТАМПОНАЖНЫЕ

Методы испытаний

Well cements. Test methods

Дата введения — 2026—06—01
с правом досрочного применения

1 Область применения

Настоящий стандарт применяется для испытания тампонажных цементов (далее — цементы) на соответствие требованиям ГОСТ 1581 и устанавливает методы испытаний для определения (кроме типов I-G и I-H):

- растекаемости;
- плотности цементного теста;
- времени загустевания;
- водоотделения;
- прочности;
- линейного расширения.

Для тампонажных цементов типов I-G и I-H в настоящем стандарте установлены методы испытаний для определения:

- консистенции и времени загустевания;
- водоотделения;
- прочности при сжатии.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 166 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 1581 Портландцементы тампонажные. Технические условия

ГОСТ 1770 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия

ГОСТ 6507 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 6613 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия

ГОСТ 6709 Вода дистиллированная. Технические условия[1)]

ГОСТ 25336 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

[1)] В Российской Федерации действует ГОСТ Р 58144—2018.

Издание официальное

ГОСТ 29227 Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 30515 Цементы. Общие технические условия

ГОСТ 30744 Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка

ГОСТ OIML R 76-1 Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Испытания тампонажных цементов (кроме типов I-G и I-H)

3.1 Общие положения

3.1.1 Испытания следует проводить в помещениях с температурой воздуха (20 ± 2) °С и относительной влажностью не менее 50 %.

3.1.2 Отбор проб выполняют по ГОСТ 30515.

3.1.3 В рабочем журнале записывают вид и состояние тары, в которой доставлена проба.

3.1.4 Пробы цемента до проведения испытания необходимо хранить в сухом помещении при относительной влажности не более 50 %.

3.1.5 Перед испытанием каждую пробу цемента просеивают через сито с сеткой № 09 по ГОСТ 6613. Остаток на сите взвешивают и отбрасывают. Массу остатка, в процентах, а также его характеристику (наличие комков, кусков дерева, металла и пр.) регистрируют в рабочем журнале. После просеивания пробу цемента перемешивают.

3.1.6 Для приготовления цементного теста и хранения образцов применяют дистиллированную воду.

Сосуд для взвешивания и отмеривания воды тарируют в смоченном состоянии.

3.1.7 Перед испытанием цемент и воду выдерживают до температуры помещения.

3.1.8 Температура в камере (шкафу) влажного хранения должна быть (20 ± 1) °С, относительная влажность — не менее 90 %.

Температуру и влажность воздуха в камере (шкафу) следует ежедневно отмечать в рабочем журнале.

3.1.9 Цемент взвешивают с погрешностью ± 1 г, воду взвешивают или отмеряют с погрешностью ±1 г (±1 $см^3$) соответственно.

3.1.10 Средства контроля, применяемые при испытаниях, должны быть изготовлены из материалов, не реагирующих с цементом.

Применение алюминиевых и оцинкованных форм, чаш, лопаток и т. п. не допускается.

3.1.11 Требования по поверке, калибровке и аттестации оборудования, применяемого при испытаниях по разделу 3, указаны в приложении А.

3.1.12 Испытания цемента по всем показателям проводят на цементном тесте при соотношении цемента и воды, приведенном в таблице 1.

Таблица 1

Тип цемента	Водоцементное соотношение (В/Ц)	Масса воды, г	Масса пробы цемента, г, для одного затворения, при определении	
			Растекаемости, плотности цементного теста, прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек размером 20 × 20 × 100 мм, времени загустевания, водоотделения, линейного расширения	Прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек размером 40 × 40 × 160 мм
I, II	0,50	350	700	—
		600	—	1200
III-Об	0,60—1,30	—	300—500	600—800
III-Ут	0,30—0,40	—	800	1600

Примечания

1 Допускается определять растекаемость и плотность в пробах цементного теста, приготовленных для определения времени загустевания и водоотделения или прочности.

2 Величину В/Ц для цемента типа III подбирают по плотности цементного теста, рекомендуемой исходя из условий применения.

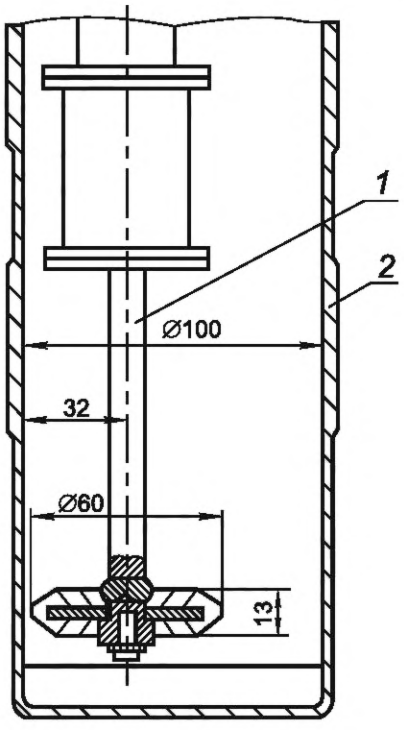
3.2 Приготовление цементного теста

3.2.1 Средства контроля

3.2.1.1 Весы лабораторные по ГОСТ OIML R 76-1 высокого класса точности с действительной ценой деления шкалы не менее 0,01 г и максимальной нагрузкой не менее 2 кг.

3.2.1.2 Смеситель лопастной со скоростью вращения лопастного устройства (1500 ± 100) об/мин; объем перемешиваемого раствора в стакане цилиндрической формы от 500 до 900 см^3. Схема смесителя приведена на рисунке 1.

Допускается применение смесителей иной конструкции, обеспечивающих получение однородного цементного теста при времени перемешивания (180 ± 5) с и идентичности результатов испытаний.



1 — лопастное устройство; *2* — стакан

Рисунок 1 — Лопастной смеситель

3.2.2 Порядок приготовления цементного теста

3.2.2.1 Пробу цемента подготавливают по 3.1.5.

3.2.2.2 Масса пробы цемента и воды, используемых при приготовлении цементного теста для каждого вида испытания, должна соответствовать значениям, указанным в таблице 1.

3.2.2.3 Цемент и воду для конкретного типа цемента и вида испытания в количестве, указанном в таблице 1, помещают в стакан лопастного смесителя и перемешивают в течение (180 ± 5) с при скорости вращения (1500 ± 100) об/мин. Для гидрофобизированных цементов продолжительность перемешивания составляет (300 ± 5) с. Цементное тесто готовят в соответствии с инструкцией, прилагаемой к смесителю.

3.2.3 Режим испытаний

3.2.3.1 Для всех типов цемента (в зависимости от температуры применения) режим испытаний для определения времени загустевания, линейного расширения и режим твердения для определения прочности при изгибе и сжатии должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2

Температура применения цемента, °С	Температура, °С				Режимное давление, МПа		Время достижения режимных параметров, мин	
	Предварительного прогрева		Режимная		Номинальное	Предельное отклонение	Номинальное	Предельное отклонение
	Номинальная	Предельное отклонение	Номинальная	Предельное отклонение				
Низкая и нормальная	22	± 2	22	± 2	Атмосферное		—	—
Умеренная	30	± 3	75	± 3	"		22	± 3
Повышенная	75	± 3	120	± 5	40	± 6	25	± 3

3.2.3.2 При выходе на режим испытания температура и давление в соответствующих установках должны повышаться синхронно.

3.2.3.3 Для цемента типа III по согласованию с потребителем может быть установлен режим испытаний, отличающийся от указанного в таблице 2.

3.3 Определение плотности цементного теста

3.3.1 Средства контроля

3.3.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 3.2.1.

3.3.1.2 Пикнометр металлический вместимостью (100 ± 5) $см^3$ (рисунок 2). Перед проведением испытаний вместимость пикнометра должна быть проверена взвешиванием дистиллированной воды и расчетом объема пикнометра (плотность воды принимается за 1 $г/см^3$). В случае отклонения вместимости пикнометра от (100 ± 5) $см^3$ необходимо данный пикнометр отбраковать.

3.3.2 Подготовка и проведение испытания

3.3.2.1 Определяют массу чистого сухого пикнометра.

3.3.2.2 Цементное тесто готовят по 3.2.2.

3.3.2.3 Заполняют цементным тестом пикнометр и закрывают его крышкой, при этом цементное тесто должно заполнить канал в крышке пикнометра. Избыток теста, выступивший из отверстия в крышке, удаляют влажной тканью.

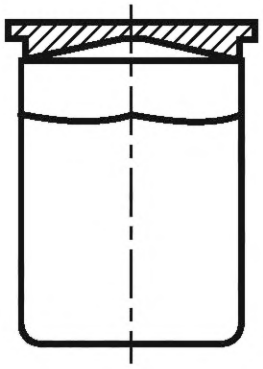


Рисунок 2 — Пикнометр

3.3.2.4 Определяют массу пикнометра, заполненного цементным тестом.

3.3.3 Обработка результатов

Плотность цементного теста $\rho_ц$, г/см^3, вычисляют по формуле

$$\rho_ц = \frac{m_2 - m_1}{V}, \quad (1)$$

где m_1 — масса пустого пикнометра, г;

m_2 — масса пикнометра с цементным тестом, г;

V — вместимость пикнометра, см^3.

Если для цементов типа III плотность будет отличаться более чем на 0,004 г/см^3 от необходимого значения, то испытание повторяют, соответственно увеличив или уменьшив В/Ц, до получения цементного теста с необходимой плотностью. Значение В/Ц, при котором достигнута необходимая плотность, отмечают в журнале и используют при последующих испытаниях.

Результат вычисления округляют до 0,01 г/см^3.

3.4 Определение растекаемости цементного теста

3.4.1 Средства контроля

3.4.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 3.2.1.

3.4.1.2 Форма-конус (рисунок 3).

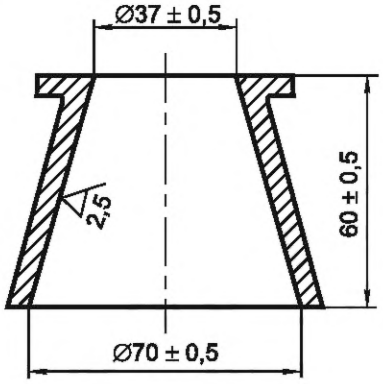


Рисунок 3 — Форма-конус

3.4.1.3 Столик измерительный, установленный горизонтально по уровню. Столик должен быть покрыт стеклом.

3.4.1.4 Линейка по ГОСТ 427.

3.4.1.5 Штангенциркуль по ГОСТ 166.

3.4.1.6 Секундомер.

3.4.2 Подготовка и проведение испытания

3.4.2.1 Форму-конус устанавливают на стекло в центре измерительного столика. Внутреннюю поверхность конуса и стекло перед испытанием протирают влажной тканью.

3.4.2.2 Цементное тесто готовят по 3.2.2.

3.4.2.3 Заполняют цементным тестом форму-конус до верхнего торца. Интервал времени от момента окончания перемешивания цементного теста до момента начала заполнения им формы-конуса не должен быть более 5 с. По окончании заполнения формы-конуса избыток теста удаляют ножом, расположенным под небольшим углом к торцевой поверхности. Затем форму-конус резко поднимают в вертикальном направлении.

3.4.2.4 Диаметр расплыва цементного теста измеряют линейкой или штангенциркулем в двух взаимно перпендикулярных направлениях; результат округляют до 1 мм.

3.4.2.5 За растекаемость принимают среднеарифметическое значение результатов двух измерений, расхождение между которыми не должно быть более 10 мм.

3.5 Определение времени загустевания

3.5.1 Средства контроля

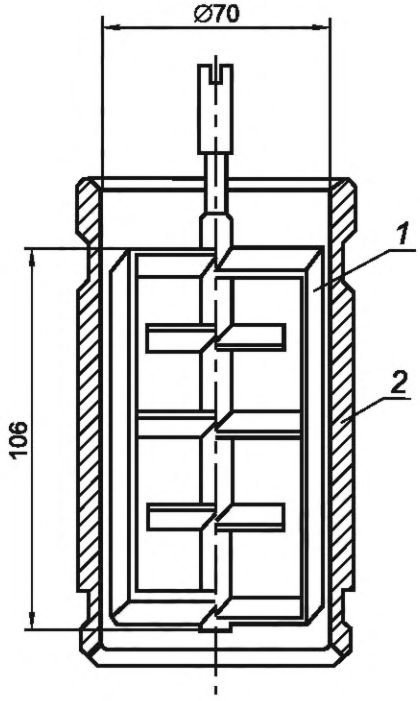
3.5.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 3.2.1.

3.5.1.2 Консистометр, работающий при атмосферном давлении, для испытания цементов, предназначенных для низких, нормальных и умеренных температур.

3.5.1.3 Консистометр, работающий при повышенном давлении, для испытания цементов, предназначенных для повышенных температур. Допускается применение консистометра для испытаний цементов, предназначенных для низких, нормальных и умеренных температур, эксплуатируемого в данном случае при атмосферном давлении.

Частота вращения консистометров должна быть (150 ± 5) об/мин.

Схема измерительного узла консистометра приведена на рисунке 4.



1 — лопастное устройство; *2* — стакан

Рисунок 4 — Схема измерительного узла консистометра

3.5.2 Подготовка и проведение испытания

3.5.2.1 Цементное тесто готовят по 3.2.2.

3.5.2.2 Цементное тесто заливают в стакан консистометра до отметки на его внутренней стороне. Испытание проводят в соответствии с инструкцией к прибору. В зависимости от температуры применения цемента устанавливают режим испытания в соответствии с таблицей 2.

3.5.2.3 Время от начала затворения цемента до момента включения привода вращения стакана консистометра не должно превышать 10 мин.

3.5.2.4 Временем загустевания цементного теста считают время от начала затворения цемента водой до момента достижения цементным тестом консистенции 30 Вс.

3.6 Определение водоотделения

3.6.1 Средства контроля

3.6.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 3.2.1.

3.6.1.2 Цилиндры или пробирки мерные по ГОСТ 1770 вместимостью 10 $см^3$ с ценой деления не более 0,2 $см^3$ и цилиндры вместимостью 250 $см^3$ высотой градуированной части не менее 200 мм.

3.6.1.3 Пипетки по ГОСТ 29227.

3.6.2 Подготовка и проведение испытания

3.6.2.1 Цементное тесто готовят по 3.2.2.

3.6.2.2 Цементное тесто заливают в два цилиндра до отметки 250 $см^3$ в каждом и оставляют для отстаивания. В течение всего времени испытания цилиндры должны стоять неподвижно и не подвергаться толчкам.

3.6.2.3 Через 2 ч (± 5 мин) отделившуюся на поверхности цементного теста воду отбирают пипеткой в мерный цилиндр или пробирку и замеряют объем отделившейся воды в каждом цилиндре или пробирке.

Объем отделившейся воды (водоотделение), в $см^3$, регистрируют в журнале.

3.6.2.4 За водоотделение принимают среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений, расхождение между которыми не должно быть более 0,2 $см^3$. Результат вычисления округляют до 0,1 $см^3$.

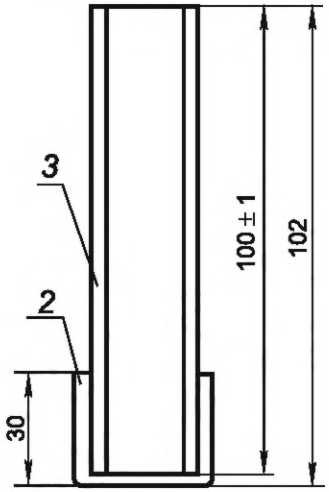
3.7 Определение прочности

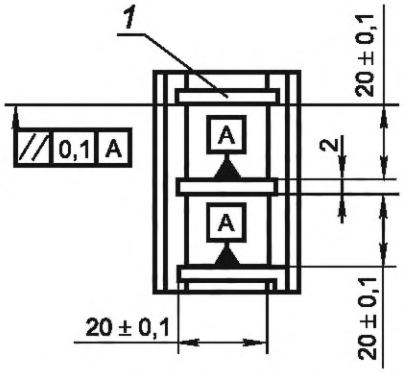
3.7.1 Средства контроля

3.7.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 3.2.1.

3.7.1.2 Форма размером (40 × 40 × 160) мм для изготовления образцов-балочек при испытании цементов для низких, нормальных и умеренных температур по ГОСТ 30744.

3.7.1.3 Форма размером (20 × 20 × 100) мм для изготовления образцов-балочек при испытании цементов для повышенных температур (см. рисунок 5).





1 — перегородки (3 шт.); *2* — дно (1 шт.); *3* — стенка (2 шт.)

Рисунок 5 — Форма размером (20 × 20 × 100) мм

3.7.1.4 Пресс для испытания на сжатие. Для определения предела прочности образцов при сжатии могут быть использованы прессы любой конструкции с предельной нагрузкой до 500 кН, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 28840 и обеспечивающие нагружение образца в режиме чистого сжатия. Для компенсации пространственного отклонения от параллельности опорных граней образца пресс должен иметь подвижную шаровую опору.

3.7.1.5 Пластинки нажимные для передачи нагрузки на половинки образцов-балочек размером (40 × 40 × 160) мм [должны быть изготовлены из нержавеющей стали твердостью не менее 60 HRC, размерами: толщина не менее 10 мм, ширина (40 ± 0,1) мм, длина (40 ± 0,1) мм]. Допускается использование нажимных пластинок, изготовленных из стали твердостью 56-61 HRC по форме и размерам, которые приведены на рисунке 6.

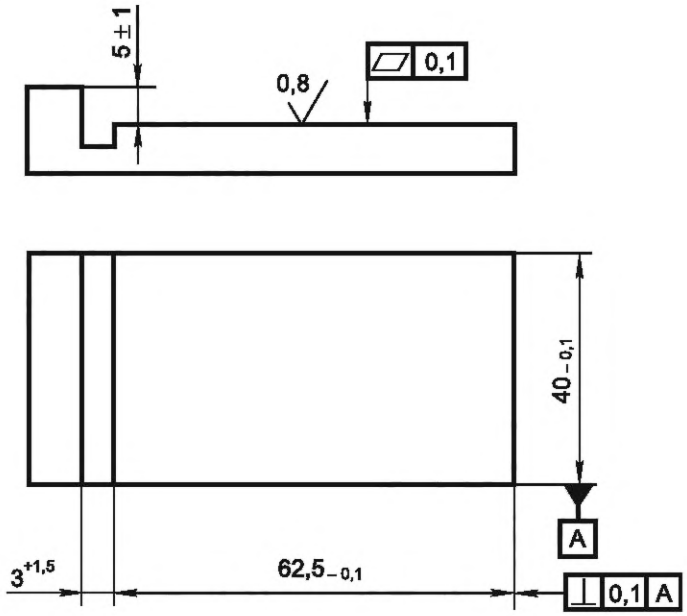


Рисунок 6 — Пластины для передачи нагрузки при испытании на сжатие половинок образцов-балочек размером (40 × 40 × 160) мм

Нажимные пластинки для передачи нагрузки на половинки образцов-балочек размером (20 × 20 × 100) мм должны быть изготовлены из стали твердостью 56-61 HRC по форме и размерам, которые приведены на рисунке 7.

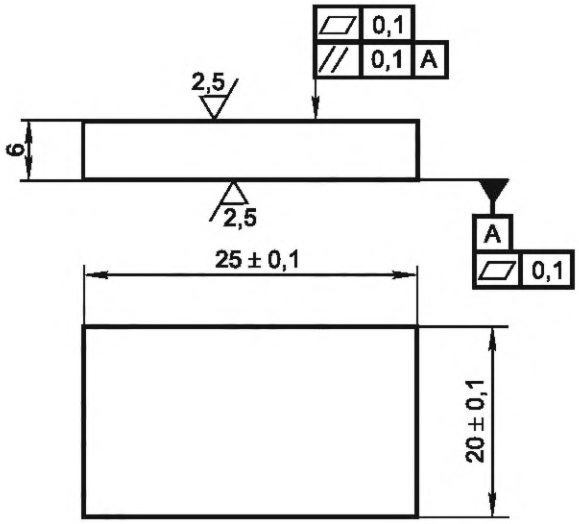
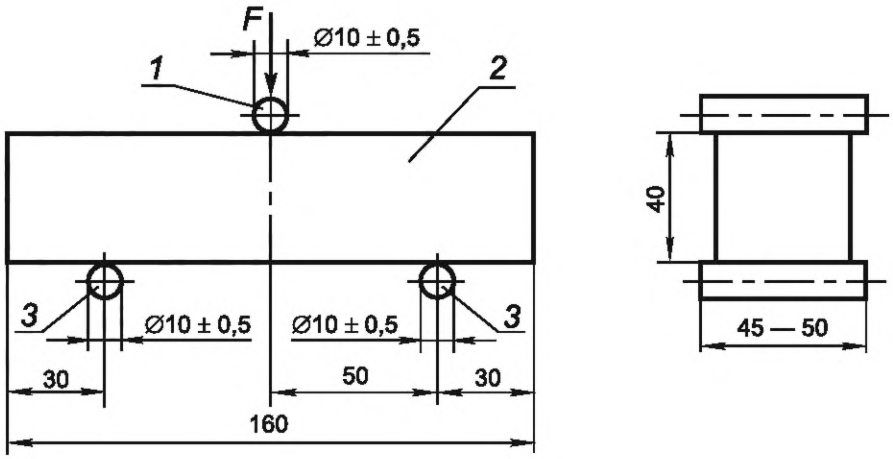


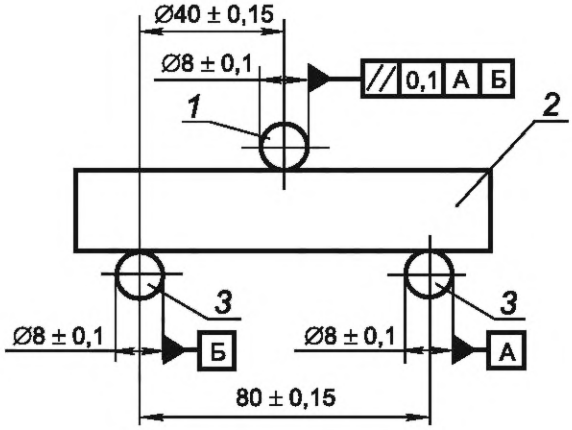
Рисунок 7 — Пластины для передачи нагрузки при испытании на сжатие половинок образцов-балочек размером (20 × 20 × 100) мм

3.7.1.6 Приборы для испытания на растяжение при изгибе образцов-балочек размером (40 × 40 × 160) мм и (20 × 20 × 100) мм. Допускается использовать приборы любой конструкции, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 28840 и обеспечивающие возможность приложения нагрузки по заданной схеме (рисунки 8 и 9) со средней скоростью нарастания нагрузки (50 ± 10) Н/с для образцов-балочек размером (40 × 40 × 160) мм и (15 ± 2) Н/с для образцов-балочек размером (20 × 20 × 100) мм и позволяющие измерять разрушающую нагрузку с погрешностью не более ± 1 %. Твердость поверхности опор и нагрузочного элемента прибора, изготовленных из стали, должна быть не ниже 55 HRC.



1 — нагрузочный элемент; *2* — образец-балочка; *3* — опора

Рисунок 8 — Схема расположения образца-балочки (40 × 40 × 160) мм при испытании на изгиб



1 — нагрузочный элемент; *2* — образец-балочка; *3* — опора

Рисунок 9 — Схема расположения образца-балочки (20 × 20 × 100) мм при испытании на изгиб

3.7.1.7 Камера (шкаф) влажного хранения и ванна для водного хранения образцов по ГОСТ 30744.

3.7.1.8 Термостат водный для испытания образцов из цемента для умеренных температур, обеспечивающий подъем температуры со скоростью не менее 2°С/мин и поддержание заданной температуры с погрешностью не более ± 3°С.

3.7.1.9 Автоклав для испытания образцов из цемента для повышенных температур, обеспечивающий:

- максимальный диапазон давлений и температур не менее значений, указанных в таблице 2;
- подъем температуры в автоклаве со скоростью не менее 2°С/мин;
- погрешность поддержания заданной температуры не более ± 5°С;
- равномерный подъем давления в процессе выхода на режим испытаний;
- погрешность поддержания заданного давления не более ± 15 %.

3.7.2 Подготовка и проведение испытания при атмосферном давлении

3.7.2.1 Цементное тесто готовят по 3.2.2.

Допускается готовить цементное тесто в смесителе в два приема с последующим перемешиванием обеих порций в чаше в течение 1 мин. Интервал между приготовлением обеих порций цементного теста не должен превышать 5 мин. Для перемешивания порций цементного теста следует использовать чашу и лопатку для перемешивания из нержавеющей стали согласно рисунку 10.

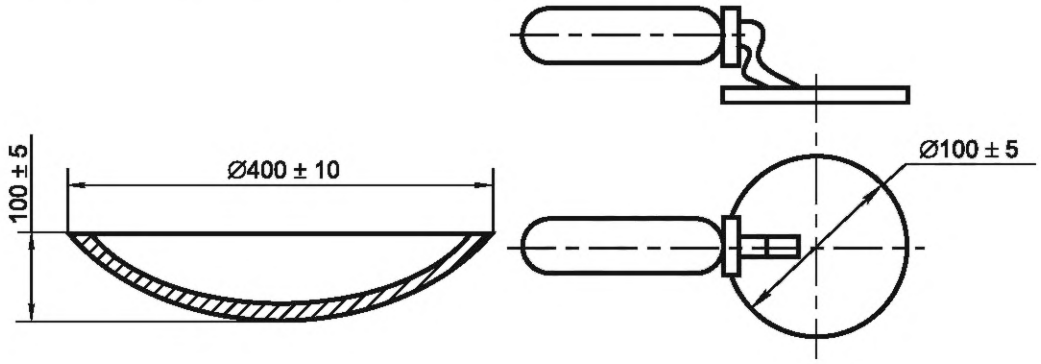


Рисунок 10 — Чаша и лопатка для перемешивания

3.7.2.2 Формы, подготовленные по ГОСТ 30744, наполняют цементным тестом в два приема при непрерывном ручном перемешивании его в чаше, сначала заполняя каждый отсек формы наполовину, а во второй прием заполняя форму полностью. Через 1 ч после наполнения формы избыток цементного теста срезают ножом вровень с краями формы.

Для каждого установленного срока испытания изготавливают по три образца-балочки (одна форма).

3.7.2.3 Формы с образцами из цемента для низких и нормальных температур помещают в камеру (шкаф) влажного хранения. Через (24 ± 1) ч с момента изготовления образцы вынимают из шкафа, осторожно расформовывают, маркируют и полностью помещают в ванну с водой, температура которой должна составлять (20 ± 2) °С, на решетки в горизонтальном положении заглаженной поверхностью вверх так, чтобы они не соприкасались друг с другом и уровень воды был выше образцов не менее чем на 2 см, где их хранят до проведения испытаний.

3.7.2.4 Формы с образцами из цемента для умеренных температур покрывают пластинкой и помещают в термостат, температура воды в котором соответствует температуре предварительного прогрева по таблице 2. Форма должна быть полностью покрыта водой. Через (24 ± 1) ч образцы вынимают из термостата, расформовывают и маркируют.

Образцы из цемента, для которых по нормативному документу на соответствующий вид/тип цемента установлен срок испытаний 1 сут, охлаждают в ванне с водой при температуре (20 ± 2) °С в течение 1 ч 30 мин на решетке в горизонтальном положении заглаженной поверхностью вверх так, чтобы они не соприкасались друг с другом и уровень воды был выше образцов не мене чем на 2 см.

Образцы из цемента, для которых по соответствующим нормативным документам установлен срок испытаний 2 сут, после расформовки снова помещают в термостат и хранят в нем до проведения испытаний. Перед испытанием образцы извлекают из термостата и охлаждают в ванне с водой, температура которой должна составлять (20 ± 2) °С в течение 1 ч 30 мин на решетке в горизонтальном положении заглаженной поверхностью вверх так, чтобы они не соприкасались друг с другом и уровень воды был выше образцов не мене чем на 2 см.

3.7.2.5 По истечении срока хранения по 3.7.2.3 или охлаждения по 3.7.2.4 образцы вынимают из воды и после этого, не позднее чем через 30 мин, испытывают по 3.8 и 3.9.

Непосредственно перед испытанием с поверхности образцов удаляют капли воды.

3.7.3 Подготовка и проведение испытания при повышенном давлении

3.7.3.1 Для изготовления образцов из цемента для повышенных температур используют две формы размером (20 × 20 × 100) мм. Перед наполнением цементным тестом внутренние поверхности форм смазывают машинным маслом, а затем проверяют герметичность форм, заполняя их водой. После проверки герметичности воду выливают.

3.7.3.2 Формы наполняют цементным тестом, приготовленным по 3.2.2, избыток теста срезают ножом и не позднее чем через 30 мин от начала затворения цемента формы с образцами помещают в автоклав.

Температура предварительного прогрева автоклава, а также режимные температура и давление и время их достижения должны соответствовать нормативам таблицы 2.

Время выдержки при рабочем режиме устанавливают по нормативному документу на цемент и отсчитывают от момента достижения режима твердения до момента отключения автоклава.

3.7.3.3 Перед извлечением форм с образцами из автоклава его следует охладить до температуры 75 °С и снизить давление до атмосферного.

3.7.3.4 Извлеченные из автоклава формы с образцами охлаждают (30 ± 5) мин на воздухе при температуре (20 ± 2) °С, расформовывают, образцы протирают ветошью, маркируют и помещают в ванну с водой на решетки в горизонтальном положении заглаженной поверхностью вверх так, чтобы они не соприкасались друг с другом и уровень воды был выше образцов не менее чем на 2 см. Температура воды в ванне должна поддерживаться на уровне (20 ± 2) °С.

Образцы испытывают по 3.8 и 3.9 не позднее чем через 2 ч 30 мин после извлечения из автоклава. Непосредственно перед испытанием с поверхности образцов удаляют капли воды.

3.8 Определение прочности при изгибе

3.8.1 Прочность при изгибе образцов-балочек размером (40 × 40 × 160) мм определяют по ГОСТ 30744.

3.8.2 Прочность при изгибе образцов-балочек размером (20 × 20 × 100) мм определяют в соответствии с инструкцией к прибору. Для испытания используют четыре образца-балочки.

3.8.3 Обработка результатов

3.8.3.1 Прочность при изгибе $R_{изг.}$, МПа, отдельного образца-балочки вычисляют по формуле

$$R_{изг.} = \frac{1{,}5 \cdot F \cdot l}{b^3}, \quad (2)$$

где F — разрушающая нагрузка, Н;

l — расстояние между осями опор, мм;

b — сторона квадратного сечения образца-балочки, мм.

За прочность при изгибе принимают среднеарифметическое значение результатов испытаний всех образцов. Результат вычисления округляют до 0,1 МПа.

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

Если два результата испытаний отличаются более чем на 10 % от среднеарифметического значения, испытания считают выполненными неудовлетворительно. В этом случае все результаты признают недействительными и испытания следует повторить.

3.9 Определение прочности на сжатие

3.9.1 Полученные после испытания на изгиб по 3.8 половинки образцов-балочек испытывают на сжатие по ГОСТ 30744. Для передачи нагрузки на половинки образцов-балочек размером (20 × 20 × 100) мм используют пластины размером (20 × 25) мм.

3.9.2 Прочность при сжатии $R_{сж.}$, МПа, отдельной половинки образца-балочки вычисляют по формуле

$$R_{сж.} = \frac{F_{сж.}}{S_{пл.}}, \quad (3)$$

где $F_{сж.}$ — разрушающая нагрузка, Н;

$S_{пл.}$ — площадь рабочей поверхности пластины, мм^2.

3.9.3 За прочность при сжатии принимают среднеарифметическое значение результатов испытаний всех половинок образцов-балочек. Результат вычисления округляют до 0,1 МПа.

3.9.4 Если один из результатов испытаний отличается более чем на 10 % от среднеарифметического значения, то этот результат следует исключить и рассчитывать среднеарифметическое значение для оставшихся результатов.

Если два результата испытаний отличаются более чем на 10 % от среднеарифметического значения, испытания считают выполненными неудовлетворительно. В этом случае все результаты признают недействительными и испытания следует повторить.

3.10 Определение линейного расширения

3.10.1 Средства контроля

3.10.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 3.2.1.

3.10.1.2 Микрометр по ГОСТ 6507 или штангенциркуль по ГОСТ 166 с ценой деления 0,01 мм.

3.10.1.3 Форма кольцевая для определения линейного расширения (рисунки 11—17), изготовленная из нержавеющей стали. Наружный диаметр внутреннего кольца должен составлять (50,8 ± 0,2) мм, а внутренний диаметр наружного кольца расширения должен составлять (88,9 ± 0,2) мм. Внешнее кольцо должно подвергаться ежегодной калибровке. Упругость внешнего кольца должна быть такой, чтобы груз массой (1000 ± 1) г, приложенный, как показано на рисунке 18, увеличивал расстояние между измерительными шариками на (2,0 ± 0,3) мм без остаточной (необратимой) деформации. Снятие показаний необходимо повторить не менее трех раз, чтобы получить среднее значение со стандартным отклонением не более 0,05 мм.

3.10.1.4 Термостат водный для испытаний цементов, применяемых для низких, нормальных и умеренных температур, по 3.7.1.8. Термостат должен иметь размеры, подходящие для полного погружения форм в воду, оснащенный системой циркуляции и обеспечивающий температуры термостатирования и точность поддерживания температуры в соответствии с таблицей 2.

3.10.1.5 Ванна охлаждающая. Размер ванны должен быть таким, чтобы образец, охлаждаемый от температуры твердения, можно было полностью погрузить в воду, температура которой должна поддерживаться (20 ± 2) °С.

3.10.1.6 Автоклав по 3.7.1.9 для испытаний цементов для повышенных температур.

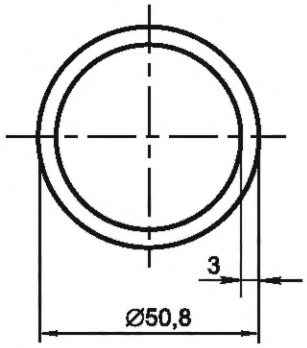


Рисунок 11 — Внутреннее кольцо

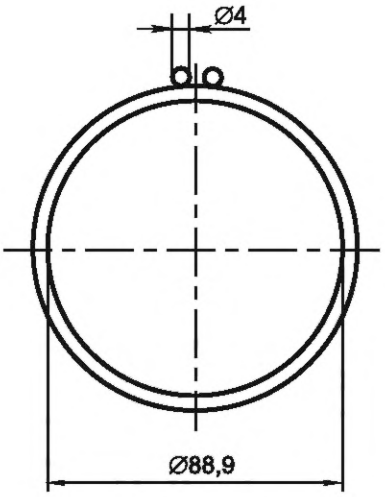


Рисунок 12 — Внешнее кольцо

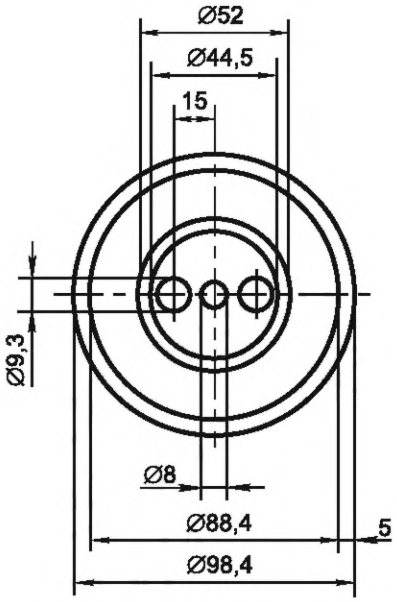


Рисунок 13 — Основание формы

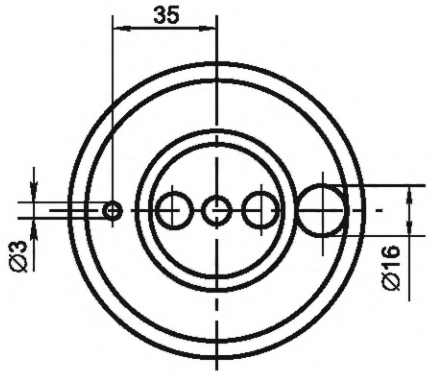


Рисунок 14 — Крышка формы

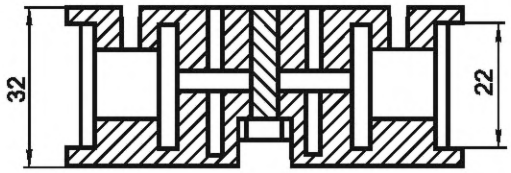


Рисунок 15 — Кольцевая форма в сборе (разрез)

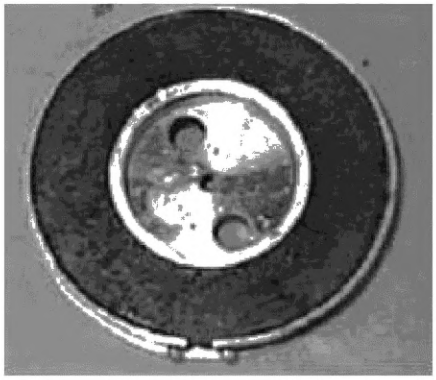


Рисунок 16 — Кольцевая форма в сборе (вид сверху)

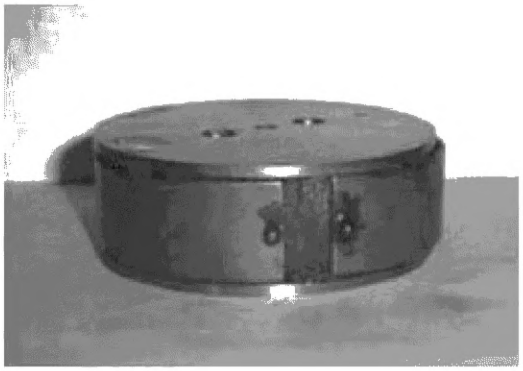
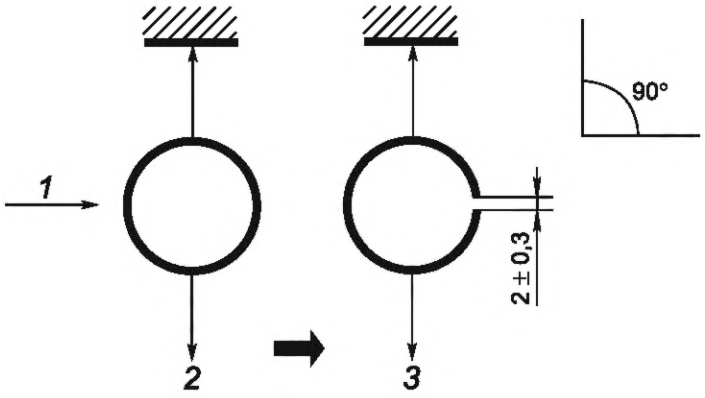


Рисунок 17 — Кольцевая форма в сборе (вид сбоку)



1 — кольцо; *2* — масса 0 г; *3* — масса (1000 ± 1) г

Рисунок 18 — Схема калибровочных измерений упругости внешнего кольца

3.10.2 Подготовка и проведение испытания

3.10.2.1 Для проведения испытания готовят две формы.

Перед началом испытаний все поверхности формы, соприкасающиеся с цементным раствором, должны быть смазаны тонким слоем машинного масла.

3.10.2.2 Проверяют, чтобы внешнее кольцо собранной формы вращалось свободно, и поворачивают его таким образом, чтобы разрез кольца находился напротив отверстия диаметром 16 мм крышки формы. Во избежание вытекания цементного теста разрез кольца герметизируют слоем смазки, которая имеет хорошие герметизирующие свойства для предотвращения утечки, водостойкой и инертной к цементу.

3.10.2.3 Цементное тесто, приготовленное по 3.2.2, перемешивают шпателем, чтобы обеспечить однородность и затем заливают в расположенную горизонтально форму через отверстие в крышке формы диаметром 16 мм до тех пор, пока раствор не покажется в отверстии диаметром 3 мм; для более вязких растворов допускается использовать легкие встряхивание или вибрацию формы для обеспечения ее полного заполнения.

3.10.2.4 С помощью микрометра или штангенциркуля с точностью до 0,02 мм, измеряют расстояние между двумя измерительными шариками, расположенными у разреза внешнего кольца.

3.10.2.5 Помещают форму с цементным тестом в термостат (для цементов для низких и нормальных температур) или в автоклав (для цементов для повышенных температур), предварительно нагретый до температуры испытания. Температура воды в термостате должна соответствовать температуре предварительного прогрева по таблице 2. Температура предварительного прогрева автоклава, а также режимные температура и давление должны соответствовать нормативам таблицы 2. Время выдержки при рабочем режиме устанавливают по нормативному документу на цемент и отсчитывают от момента достижения режима твердения и до момента отключения автоклава.

3.10.2.6 По истечении времени испытания форму извлекают из термостата или автоклава (перед извлечением форм из автоклава его следует охладить до температуры 75 °С и снизить давление до атмосферного) и помещают в охлаждающую ванну, температура которой должна составлять (20±2) °С на 45 мин. После полного охлаждения формы ее извлекают из охлаждающей ванны, устанавливают горизонтально и повторно с помощью микрометра или штангенциркуля измеряют расстояние между измерительными шариками с точностью до 0,02 мм.

3.10.2.7 Относительное расширение цементного раствора в каждом кольце Δl, %, вычисляют по формуле

$$\Delta l = 0{,}358(l_{кон} - l_{исх}), \quad (4)$$

где 0,358 — коэффициент пересчета с учетом внутреннего диаметра (88,9 мм) внешнего расширяемого кольца;

$l_{исх}$ и $l_{кон}$ — соответственно расстояние между измерительными шариками до и после помещения формы в термостат, мм.

3.10.2.8 За линейное расширение цементного раствора принимают среднеарифметическое значение результатов испытания, полученное для каждой формы. Результат вычисления округляют до 0,1 %. Фиксируются как результат испытания на расширение, так и продолжительность (период) испытания. Период испытания — это время с момента достижения пробой температуры испытания в атмосферном консистометре до момента окончательного измерения в конце периода твердения.

4 Испытания тампонажных цементов типов I-G и I-H

4.1 Общие положения

4.1.1 Температура воздуха в помещении для проведения испытаний должна быть (23 ± 3) °С.

4.1.2 Отбор проб выполняют по ГОСТ 30515. Для проведения испытаний пробу цемента подготавливают по 3.1.5.

4.1.3 Для приготовления цементного теста применяют дистиллированную воду по ГОСТ 6709.

Вода для замеса взвешивается непосредственно в чистый сухой контейнер для смешивания.

4.1.4 Масса гирь, применяемых для калибровки весов и потенциометра (приложение В) должна быть точной в пределах допустимых отклонений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

В граммах

Масса	Допустимое отклонение
1000	±1,0
500	±0,50
300	±0,30
200	±0,20
100	±0,10
50	±0,05
≤ 10	±0,01

4.1.5 Средства контроля, применяемые при испытаниях цемента, должны быть изготовлены из материалов, не реагирующих с цементом. Применение алюминиевых и оцинкованных форм, чаш, лопаток и т. п. не допускается.

4.1.6 Требования по поверке, калибровке и аттестации оборудования, применяемого при испытаниях по разделу 4, указаны в приложении Б.

4.2 Приготовление цементного теста

4.2.1 Средства контроля

4.2.1.1 Весы по ГОСТ OIML R 76-1 высокого класса точности с действительной ценой деления шкалы 0,01 г.

4.2.1.2 Смеситель для приготовления цементного теста вместимостью 1000 $см^3$ лопастного типа, с нижним приводом, двухскоростной со скоростями вращения 4000 об/мин и 12000 об/мин и устройством измерения времени, способным измерять как 15 с, так и 35 с. Лопасть и контейнер должны быть изготовлены из прочного коррозионно-стойкого металла. Узел лопастей для перемешивания должен быть сконструирован так, чтобы лопасть можно было снять для взвешивания и замены. Лопасть смесителя должна взвешиваться как в начале, так и периодически в процессе эксплуатации и должна быть заменена на новую до того, как потеря массы составит 10 %. Если смесительное устройство протекает в любое время во время перемешивания, цементное тесто должно быть удалено, утечка должна быть устранена, процедура приготовления цементного теста должна быть повторена.

4.2.2 Порядок приготовления цементного теста

Масса пробы цемента и воды, используемых для приготовления цементного теста, должна соответствовать значениям, указанным в таблице 4.

Таблица 4

Тип цемента	Водоцементное отношение (В/Ц)	Масса воды, г	Масса пробы цемента для одного затворения при определении времени загустевания, водоотделения и прочности, г
I-G	0,44	349 ± 0,5	792 ± 0,5
I-H	0,38	327 ± 0,5	860 ± 0,5

Температура воды затворения в контейнере за 60 с до начала перемешивания должна быть (23 ± 1) °С, температура цемента за 60 с до начала перемешивания должна быть (23 ± 1) °С.

Необходимое количество воды взвешивают в чистый сухой контейнер, который помещают на основание смесителя. Включают смеситель и устанавливают скорость вращения равной (4000 ± 250) об/мин. Равномерно, в течение не более чем за 15 с, в контейнер всыпают пробу цемента, закрывают контейнер крышкой и переключают на скорость вращения (12000 ± 500) об/мин; перемешивание продолжают в течение (35 ± 1) с.

4.3 Определение консистенции и времени загустевания

4.3.1 Средства контроля

4.3.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 4.2.1.

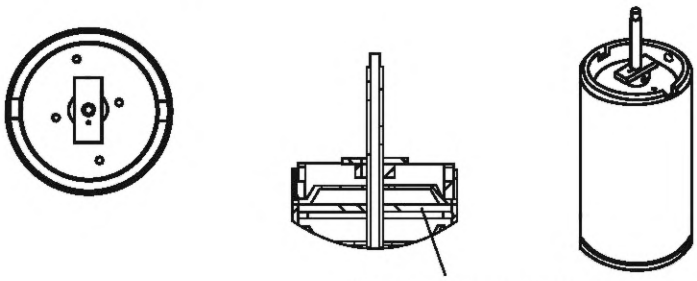
4.3.1.2 Консистометр, работающий при высоком давлении. Консистометр состоит из вращающегося цилиндрического контейнера для теста, оснащенного стационарной лопастью, заключенного в сосуд под давлением, способный выдерживать давление 35,6 МПа и температуру 52 °С. Пространство между контейнером для теста и стенками сосуда должно быть заполнено белым минеральным или синтетическим маслом.

Скорость вращения контейнера с цементным тестом (150 ± 15) об/мин.

Консистометр должен иметь нагреватель, обеспечивающий повышение температуры масляной ванны со скоростью не менее 3 °С/мин, приборы для измерения и регулирования температуры масляной ванны и цементного теста с погрешностью не более ± 1 °С, таймер с погрешностью не более ± 5 с/час, а также потенциометрическое устройство для определения величины консистенции цементного теста.

Процедура калибровки потенциометра с радиусом (52 ± 1) мм приведена в приложении В.

Максимально допустимый износ внутренних размеров контейнера (диаметра и высоты), диаметра лопатки и длина вала лопатки (помечены как INSP, рисунки 19—21) не должен превышать ±1 мм и должен измеряться как минимум один раз в год или при замене частей контейнера.



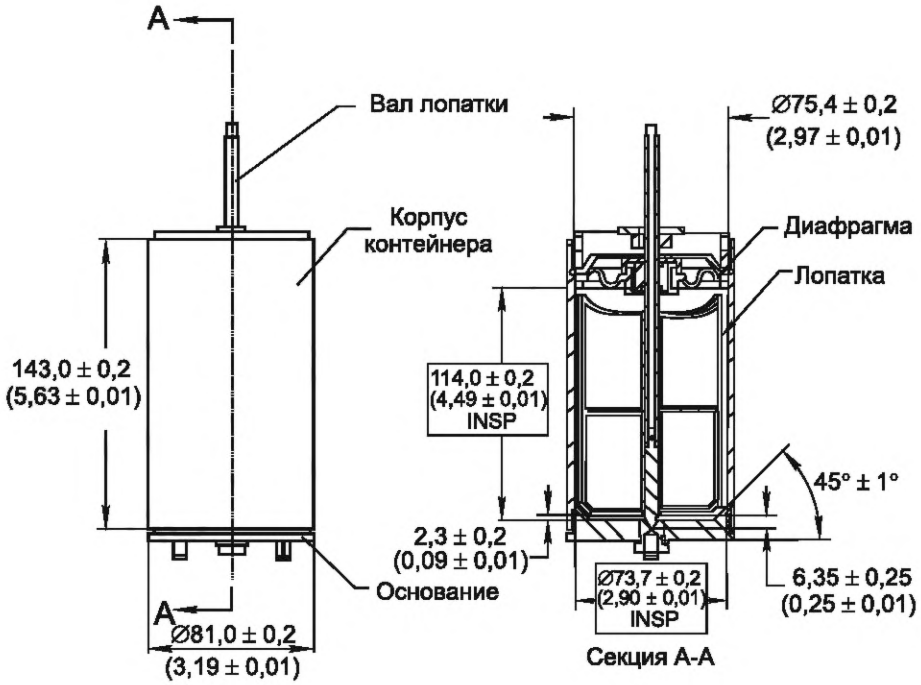


Рисунок 19 — Контейнер для раствора в сборе

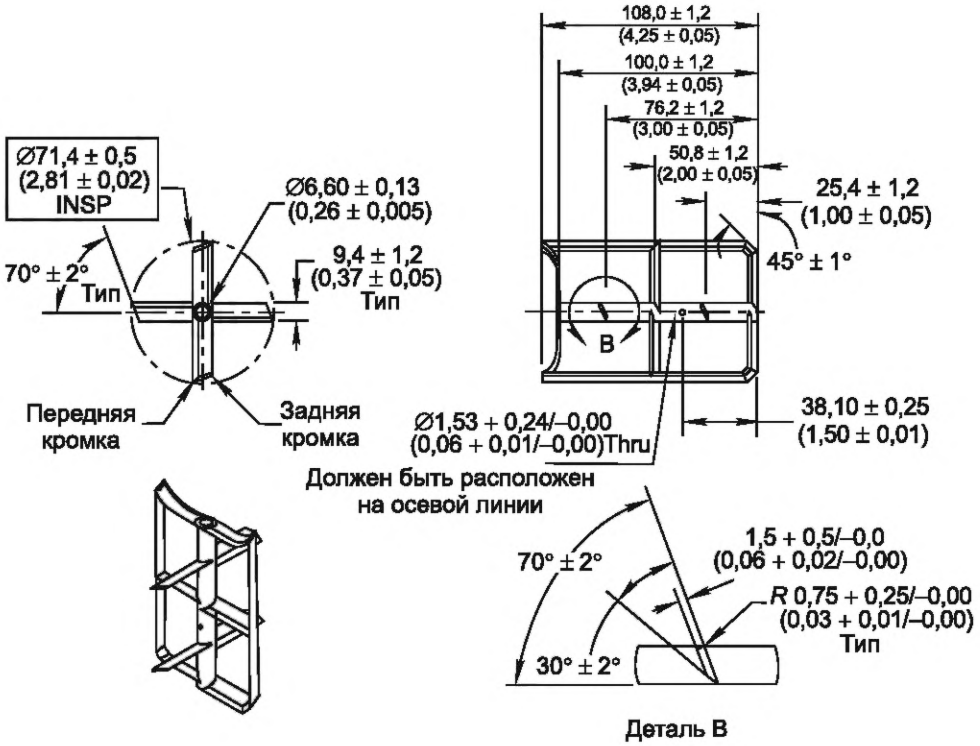


Рисунок 20 — Лопатка для контейнера

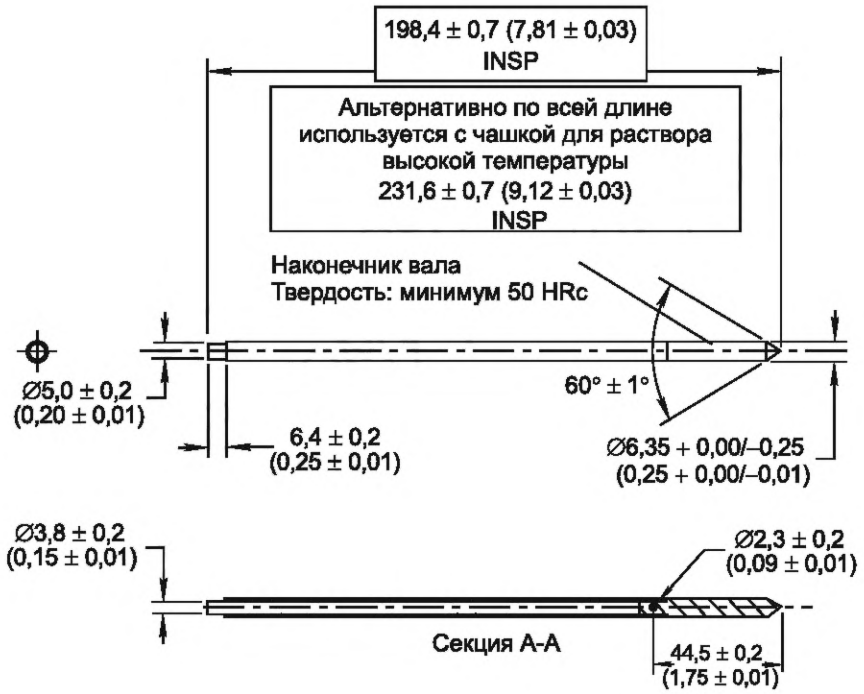


Рисунок 21 — Вал лопатки для контейнера

4.3.2 Подготовка и проведение испытания

4.3.2.1 Цементное тесто, приготовленное по 4.2.2, заливают в цилиндрический контейнер. Перед заполнением контейнера проверить правильность сборки и свободное вращение лопасти. На резьбовые поверхности контейнера наносят водостойкую и инертную к цементу смазку для предотвращения утечки. В процессе заполнения контейнера цементное тесто следует слегка перемешивать шпателем, чтобы предотвратить его расслоение. Расслоение будет меньше, если время заполнения сведено к минимуму. После заполнения контейнера необходимо постучать по нему снаружи, чтобы удалить воздух, который поднимается наверх теста.

4.3.2.2 Закрепляют основание контейнера на место.

4.3.2.3 В основание контейнера устанавливают центральную пробку (шарнирная опора).

4.3.2.4 Контейнер с цементным тестом помещают на подвижное основание в камере повышенного давления, начинают вращение контейнера, потенциометр устанавливают до соприкосновения с поворотным устройством и начинают заполнение камеры маслом.

4.3.2.5 Плотно закрывают верхний узел камеры повышенного давления, вставляют термопару, частично ввинтив ее резьбу. Используемая термопара должна быть совместима с моделью консистометра: конец термопары должен быть расположен вертикально в чаше с тестом на расстоянии между 45 мм и 89 мм выше внутренней стороны основания контейнера с образцом.

4.3.3 Время от окончания перемешивания цементного теста по 4.2.2 до начала режима испытания должно составлять не более 5 мин.

4.3.4 Испытание проводят по режиму в соответствии с таблицей 5 и инструкцией к прибору. В процессе повышения температуры и давления они должны поддерживаться в пределах ± 3 °С и ± 2 МПа соответственно от значений, указанных в таблице 5. В течение 10 мин после завершения цикла повышения значения температуры и давление должны находиться в пределах (52 ± 1) °С и (35,6 ± 0,7) МПа соответственно.

Таблица 5

Время, мин	Давление, МПа	Температура, °С
0	6,9	27
2	9,0	28

Окончание таблицы 5

Время, мин	Давление, МПа	Температура, °С
4	11,1	30
6	13,1	32
8	15,2	34
10	17,3	36
12	19,3	37
14	21,4	39
16	23,4	41
18	25,5	43
20	27,6	44
22	29,6	46
24	31,7	48
26	33,8	50
28	35,6	52

4.3.5 Фиксируют максимальную консистенцию цементного теста в период от 15 до 30 мин режима испытания.

4.3.6 Временем загустевания цементного теста считают период времени от момента подачи давления и температуры (начало режима испытания) до момента времени, при котором достигается консистенция 100 Вс.

4.4 Определение водоотделения

4.4.1 Средства контроля

4.4.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 4.2.1.

4.4.1.2 Консистометр атмосферного давления или консистометр высокого давления, работающий при атмосферном давлении, используют для перемешивания и выдержки цементного теста для определения водоотделения. Консистометр атмосферного давления состоит из вращающегося цилиндрического контейнера для теста, оборудованного стационарным лопастным узлом, находящимся в ванне водного хранения с регулируемой температурой. Он должен поддерживать температуру в ванне на уровне (27 ± 2) °С и вращать контейнер с тестом со скоростью 150 об/мин ± 15 об/мин во время перемешивания и выдержки цементного теста. Лопасть и все другие части контейнера, подверженные воздействию цементного теста, должны быть изготовлены из коррозионно-стойких материалов. Скорость вращения контейнера с цементным тестом должна проверяться не реже одного раза в квартал и корректироваться при выявлении отклонений от заданного диапазона. Погрешность таймера не должна превышать ±5 с/час. Он должен проверяться не реже, чем раз в год, и при обнаружении несоответствия должен быть исправлен или заменен.

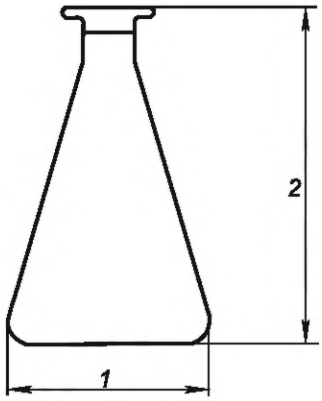
4.4.1.3 Весы должны соответствовать требованиям, установленным в 4.2.1.

4.4.1.4 Колба коническая 500 $см^3$ (рисунок 22) с размерами:

- общая высота не более 186 мм и диаметр в самой широкой части не более 105 мм;

или

- общая высота 175 ± 4 мм и диаметр в самой широкой части 105 ± 2 мм (ГОСТ 25336).



1 — наружный диаметр (OD в наиболее широкой части); *2* — общая высота

Рисунок 22 — Коническая колба

4.4.1.5 Цилиндр мерный по ГОСТ 1770 или пипетка по ГОСТ 29227 с ценой деления 0,1 см^3.

4.4.2 Проведение испытания

4.4.2.1 Заполняют чистый и сухой контейнер консистометра до отмеченного уровня цементным тестом, приготовленным по 4.2.2.

4.4.2.2 Собирают контейнер и вспомогательные части, помещают их в консистометр и запускают двигатель в соответствии с инструкцией по эксплуатации оборудования. Интервал между окончанием перемешивания и началом работы консистометра не должен превышать 5 мин.

4.4.2.3 Перемешивают тесто в консистометре в течение 20 мин ± 30 с, обеспечивая при этом в течение всего периода перемешивания температуру теста на уровне (27 ± 2) °С и атмосферное давление.

4.4.2.4 В течение 1 мин после окончания перемешивания помещают (790 ± 5) г теста цемента класса Н или (760 ± 5) г теста цемента класса G в чистую сухую коническую колбу 500 см^3, записывают фактически перемещенную в колбу массу цементного теста.

4.4.2.5 Закрывают колбу плотно во избежание испарения воды и ставят ее на плоскую невибрирующую поверхность. Температура воздуха в лаборатории, в которой выдерживается наполненная тестом колба, должна быть (23 ± 3) °С. Наполненная тестом колба должна оставаться в состоянии покоя в течение 2 ч ± 5 мин.

4.4.2.6 По истечении периода 2 ч ± 5 мин аккуратно собирают образовавшуюся на поверхности теста жидкость пипеткой или шприцем. Измеряют объем поверхностной жидкости с точностью ±0,1 см^3.

4.4.2.7 Обработка результатов

Водоотделение цементного теста φ, %, рассчитывают по формуле

$$\varphi = \frac{V \cdot \rho}{m} \cdot 100, \quad (5)$$

где V — объем отделившейся жидкости, см^3;

ρ — удельный вес цементного теста, равный 1,98 г/см^3 для класса Н при водоцементном отношении 0,38 и 1,91 г/см^3 для класса G при водоцементном отношении 0,44; если удельный вес исходного цемента отличается от типичного значения (3,18 ± 0,04) г/см^3, то удельный вес цементного теста определяют и при расчете используют фактический удельный вес цементного теста;

m — масса цементного теста, перенесенного в колбу, г.

4.5 Определение прочности при сжатии

4.5.1 Средства контроля

4.5.1.1 Средства контроля для приготовления цементного теста по 4.2.1.

4.5.1.2 Формы с размером ячеек (50 × 50 × 50) мм для изготовления образцов-кубов. Формы должны быть изготовлены из твердого металла, устойчивого к воздействию цементного раствора. Для новых форм твердость по шкале Роквелла не менее 55. Части форм в собранном виде должны плотно

прилегать друг к другу и к поддону для предотвращения вытекания воды из формы при изготовлении образцов. Для герметизации внешних контактных точек и для предотвращения повреждения образцов при извлечении их из формы применяется водостойкая и инертная к цементу смазка.

Основание и крышки кубической формы — листы из стекла, латуни или нержавеющей стали минимальной толщиной 5 мм.

Формы должны проверяться на допустимые отклонения раз в два года.

Размеры форм и предельные отклонения от них указаны в таблице 6.

Таблица 6

Показатель	Номинальный размер	Предельное отклонение для используемых форм при эксплуатации
Расстояние между противоположными гранями, мм (дюйм)	50,00 (2)*	±0,50 (0,02)
Высота форм (отдельно каждого отделения), мм (дюйм)	50,00 (2)*	+0,25 (0,01) −0,38 (0,015)
* Допускается применять формы с размерами, равными 50,80 мм (2 дюйма).		

4.5.1.3 Машина для испытания на сжатие. Для испытания на сжатие образцов-кубов могут быть использованы машины любой конструкции с предельной нагрузкой до 500 кН. Силовая рама для измерения силы разрушения цементного образца должна калиброваться не реже, чем один раз в год. Указанная сила не должна отклоняться больше, чем на 2 % от реальной нагрузки или на одно минимальное деление шкалы прибора, в зависимости от того, что больше, при нагрузке 9 кН и при как минимум 25 %, 50 % и 75 % от диапазона тензодатчика или индикатора нагрузки.

Поверхности опорных блоков должны иметь диаметр или диагональ не менее 70,7 мм и твердость по Роквеллу не менее 30 HRC.

4.5.1.4 Термостат водный для выдержки изготовленных образцов-кубов при атмосферном давлении и температуре 38 °С и 60 °С. Термостат должен обеспечивать полное погружение образцов в воду, быть оснащен системой циркуляции воды, выдерживать установленную испытанием температуру в пределах ±2 °С. Термостат должен быть заполнен дистиллированной или водопроводной водой.

4.5.1.5 Штыковка диаметром (6 ± 2) мм из коррозионно-стойкого материала.

4.5.1.6 Охлаждающая ванна размерами, достаточными для полного погружения образцов в воду, с устройством для поддерживания температуры воды (27 ± 3) °С.

Охлаждающая ванна должна быть снабжена решетками для установки формы или образца.

4.5.1.7 Система измерения температуры в диапазоне (21—82) °С с ценой деления 1 °С.

4.5.1.8 Штангенциркуль по ГОСТ 166.

4.5.2 Подготовка и проведение испытания

4.5.2.1 Собирают форму с размером ячеек (50 × 50 × 50) мм. Внутренние грани отделений формы должны быть чистыми и сухими. Предварительно перед изготовлением образцов на них наносится тонким слоем смазка для форм.

4.5.2.2 Форму наполняют цементным тестом, приготовленным по 4.2.2, на половину ее глубины, поочередно во все отделения и утрамбовывают штыковкой по 27 раз на каждый образец.

После укладки первого слоя оставшееся тесто в контейнере смесителя перемешивают штыковкой для исключения расслоения.

Затем форму полностью заполняют вторым слоем теста и вновь штыкуют так же, как и первый слой. Избыток цементного теста с верха формы снимают линейкой.

4.5.2.3 Форму с образцами накрывают чистой сухой крышкой для предотвращения попадания внутрь формы воды. Для каждого испытания следует изготавливать не менее трех образцов.

Форму помещают в термостат, предварительно прогретый до режимной температуры испытаний 38 °С или 60 °С.

Время от окончания перемешивания цементного теста по 4.2.2 до установки формы с образцами в термостат не должно превышать 5 мин. Температура испытания должна поддерживаться на уровне ±2 °С.

4.5.2.4 Время выдержки образцов в термостате должно составлять 7 ч 15 мин ±5 мин (время с момента, когда образец помещается в термостат, до момента, когда форма извлекается из термостата для расформовки).

4.5.2.5 Формы с образцами, выдержанные при режимной температуре, извлекают из термостата, расформовывают, образцы маркируют и помещают на (45 ± 5) мин для охлаждения в ванну для охлаждения, в которой поддерживается температура воды (27 ± 3) °С. Не допускается оставлять образцы вне воды более чем на 5 мин во избежание их высыхания.

Образцы следует погружать в ванну с водой заглаженной поверхностью вверх и так, чтобы они не соприкасались друг с другом.

4.5.2.6 Образцы должны быть испытаны через 8 ч ±15 мин с момента помещения их в термостат.

4.5.2.7 Перед испытанием образцы, имеющие повреждения, должны быть удалены. Образцы извлекают из охлаждающей ванны и удаляют с поверхности образцов следы влаги, измеряют штангенциркулем размеры исследуемых поверхностей с точностью до 0,1 мм, которые при испытании будут соприкасаться с плитами, передающими нагрузку на образец и необходимы для расчета площади поперечного сечения. В случае если высота куба составляет менее 47,5 мм (или менее 48,3 мм для формы 50,8 × 50,8 × 50,8 мм) или имеются повреждения, то образец бракуют.

Испытания на прочность следует проводить не менее чем на двух образцах.

4.5.2.8 Образец устанавливают на пресс любыми боковыми гранями, находившимися при изготовлении в контакте с боковыми (вертикальными) поверхностями формы (не в контакте с основанием или крышкой).

Не допускается применять упругие прокладки и подложки между образцом и опорными блоками пресса.

Скорость нагружения должна составлять (18 ± 2) кН/мин для образцов, твердевших в течение 8 ч при температуре 38 °С.

Скорость нагружения должна составлять (72 ± 7) кН/мин для образцов, твердевших в течение 8 ч при температуре 60 °С.

При испытании не допускается регулировка скорости нагружения, если образец проявляет пластическую деформацию.

4.5.3 Обработка результатов

4.5.3.1 Прочность при сжатии $R_{сж.}$, МПа, отдельного образца вычисляют по формуле

$$R_{сж.} = \frac{F_{сж.}}{S_{обр.}}, \quad (6)$$

где $F_{сж.}$ — разрушающая нагрузка, Н;

$S_{обр.}$ — наименьшая расчетная площадь поверхности образца из контактирующих с опорными блоками, мм^2.

За прочность на сжатие принимают среднеарифметическое значение результатов испытаний всех образцов. Результат вычисления округляют до 0,1 МПа. Как минимум две трети образцов из исходного количества и среднее значение для всех испытанных образцов должны соответствовать или превышать минимальные значения прочности при сжатии.

4.5.3.2 Повторные испытания выполняются, если для определения прочности при сжатии осталось менее двух значений прочности.

Приложение А
(обязательное)

Требования к поверке, калибровке и аттестации оборудования, применяемого при испытаниях по разделу 3

Таблица А.1

Наименование оборудования, компонента оборудования	Поверка/ калибровка/ аттестация	Проверяемые параметры	Допуски	Периодичность
Весы	Поверка	Согласно методике поверки		
Смеситель лопастной	Аттестация	Скорость вращения	± 100 об/мин при 1500 об/мин	Ежегодно
		Время перемешивания	± 5 с при 180 с	
Пикнометр	Калибровка	Вместимость	100 ± 5 $см^3$	Ежегодно
Форма-конус	Калибровка	Внутренние диаметры и высота формы	± 0,5 мм	Ежегодно
Мерная стеклянная посуда	Калибровка перед первым применением	Вместимость	Согласно нормативному документу	Периодическая проверка не требуется
Линейка	Поверка	Согласно методике поверки		
Штангенциркуль	Поверка	»		
Микрометр	Поверка	»		
Секундомер	Поверка	»		
Консистометр, работающий при атмосферном давлении	Аттестация	Согласно методике аттестации		
Автоклав	Аттестация	»		
Термостат водный, охлаждающая ванна	Аттестация	»		
Формы для изготовления образцов-призм 40 × 40 × 160 мм	Калибровка	Высота ячейки Ширина ячейки Длина ячейки	± 0,1 мм ± 0,2 мм ± 0,8 мм	Ежегодно
Формы для изготовления образцов-призм 20 × 20 × 100 мм	Калибровка	Высота и ширина ячейки Длина ячейки	± 0,1 мм ± 1 мм	Ежегодно
Нажимные пластины 40 × 40 мм	Калибровка	Толщина пластин Размеры сторон пластины	Не менее 10 мм ± 0,1 мм	Ежегодно
Нажимные пластины 20 × 25 мм	Калибровка	Толщина пластин Размеры сторон пластины	Не менее 6 мм ± 0,1 мм	Ежегодно
Прибор для определения прочности на растяжение при изгибе	Поверка	»		

Окончание таблицы А.1

Наименование оборудования, компонента оборудования	Поверка/ калибровка/ аттестация	Проверяемые параметры	Допуски	Периодичность
Машина для определения прочности при сжатии	Поверка	»		
Форма для определения линейного расширения	Калибровка	Упругость внешнего кольца формы	2 мм ± 0,3 мм при приложении груза массой 1000 г ± 1 г без остаточной деформации	Ежегодно
Камера (шкаф) влажного хранения	Аттестация	Согласно методике аттестации		

Приложение Б
(обязательное)

Требования к поверке, калибровка и аттестации оборудования, применяемого при испытаниях по разделу 4

Таблица Б.1

Наименование оборудования, компонента оборудования	Поверка/ калибровка/ аттестация	Проверяемые параметры	Допуски	Периодичность
Весы	Поверка	Согласно методике поверки		
	Калибровка	Точность взвешивания (три точки, равномерно распределенные по диапазону)	± 0,1 % от показаний для измерений от 10 г и более до полной шкалы весов ± 0,01 г для измерений менее 10 г	Ежегодно
Гири для калибровки весов	Поверка	Согласно методике поверки		
	Калибровка	Масса каждой гири	0,1 % от номинальной массы ± 0,01 г от номинальной массы для 10 г или менее	Ежегодно
Гири для калибровки потенциометра	Калибровка	Масса каждой гири	0,1 % от номинальной массы	Ежегодно
Лопасть смесителя для приготовления цементного раствора	Калибровка	Внешний вид	Отсутствие деформации	До каждого производственного цикла или каждые 30 дней в зависимости от того, что больше
		Масса	Потеря массы ≤ 10 % от первоначального	
Смеситель для приготовления цементного раствора	Калибровка	Скорость вращения	± 250 об/мин при 4 000 об/мин ± 250 об/мин при 12 000 об/мин	Ежегодно
		Таймер	±1 с за 35 с	Ежегодно
Консистометр, работающий при высоком давлении	Калибровка	Термопара	± 1 °С (три точки, охватывающие диапазон)	Ежеквартально
		Скорость вращения контейнера	± 15 об/мин при 150 об/мин	Ежеквартально
		Контейнер для раствора (внутренние диаметр и высота контейнера)	± 1,0 мм максимальный износ	Ежегодно и при замене деталей
		Лопатка и вал контейнера (диаметр лопатки и длина вала)	± 1,0 мм максимальный износ	Ежегодно и при замене деталей
		Приборы для измерения консистенции (потенциометр)	± 5 Вс	Ежемесячно и всякий раз, когда он регулируется или заменяются детали

Окончание таблицы Б.1

Наименование оборудования, компонента оборудования	Поверка/ калибровка/ аттестация	Проверяемые параметры	Допуски	Периодичность
	Калибровка	Манометр высокого давления или устройство для измерения давления (> 17 МПа)	± 1 % от полного диапазона или минимального приращения шкалы датчика, в зависимости от того, что больше (17 МПа, 34 МПа и 52 МПа, или 25 %, 50 %, 75 % от полной шкалы или максимально заданного рабочего давления)	Ежегодно или при замене датчика давления
Консистометр атмосферного давления	Калибровка	Система измерения и регулировки температуры (термометр, термопара, терморегулятор)	± 1 °С	Ежеквартально
		Скорость вращения контейнера	±15 об/мин при 150 об/мин	Ежеквартально
		Таймер	± 5 сек/час (1 с в течение 12 мин)	Ежегодно
Формы трехгнездовые с размером ячеек 50 × 50 × 50 мм (50,8 × 50,8 × 50,8 мм)	Калибровка	Расстояние между противоположными сторонами	± 0,5 мм	Раз в два года
		Высота отсека	+ 0,25/−0,38 мм	
Термостат водный, охлаждающая ванна	Калибровка	Стабильность поддержания температуры	± 1 °С	Ежеквартально
Машина для определения прочности при сжатии	Поверка	Согласно методике поверки		
	Калибровка	Скорость нарастания нагрузки	18 ± 2 кН 72 ± 7 кН	Ежегодно
		Погрешность измерения нагрузки	± 2 % от указанной силы или одно минимальное деление шкалы прибора, в зависимости от того, что больше (при 9,0 кН, при 25 %, 50 % и 75 % максимальной нагрузки)	Ежегодно
Опорные блоки	Калибровка	Диаметр или диагональ	≥ 70,7 мм	Ежегодно
Мерная стеклянная посуда	Поверка	Вместимость	Согласно нормативному документу	Перед первым применением
Градуированные цилиндры	Калибровка	Вместимость (5 контрольных точек)		Перед первым применением
Системы измерения температуры, термометры и термопары	Калибровка	Погрешность измерения температуры	± 1 °С в трех точках, охватывающих диапазон	Ежеквартально
Системы измерения давления, манометры	Калибровка	Погрешность измерения давления	± 1 % от полного диапазона	Ежегодно

Приложение В
(обязательное)

Калибровка потенциометра

В.1 Консистенция цементного теста выражается в единицах Бердена (Вс). Это значение определяется потенциометром и цепью напряжения, которые калибруются ежемесячно и всякий раз, когда калибровочная пружина, резистор, и контактная клемма регулируются или заменяются.

В.2 Контрольное грузовое устройство (рисунок В.1 — типичное калибровочное устройство потенциометра и рисунок В.2 — типичный потенциометр) используют для получения ряда эквивалентных значений вращающего момента консистенции для калибровки. Гири используются для обеспечения вращающегося момента пружине потенциометра, используя радиус рамки потенциометра в качестве плеча рычага. Как только добавляют гири, пружина отклоняется, что приводит к возрастанию постоянного напряжения и/или консистенции (таблица В.1).

Примечание — См. руководство по эксплуатации.

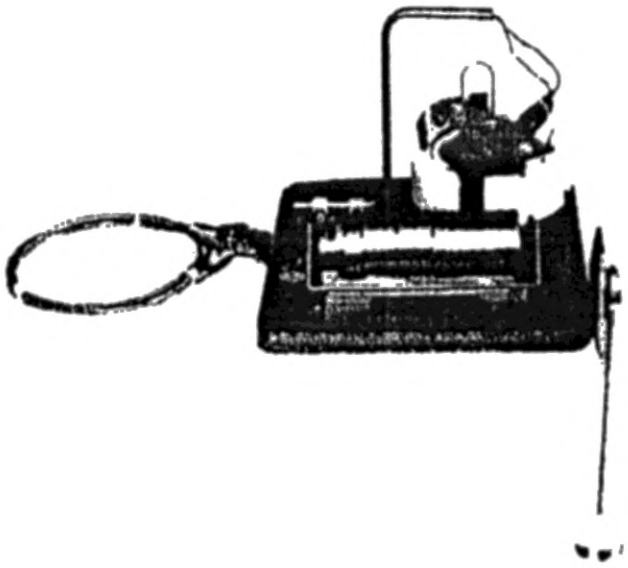
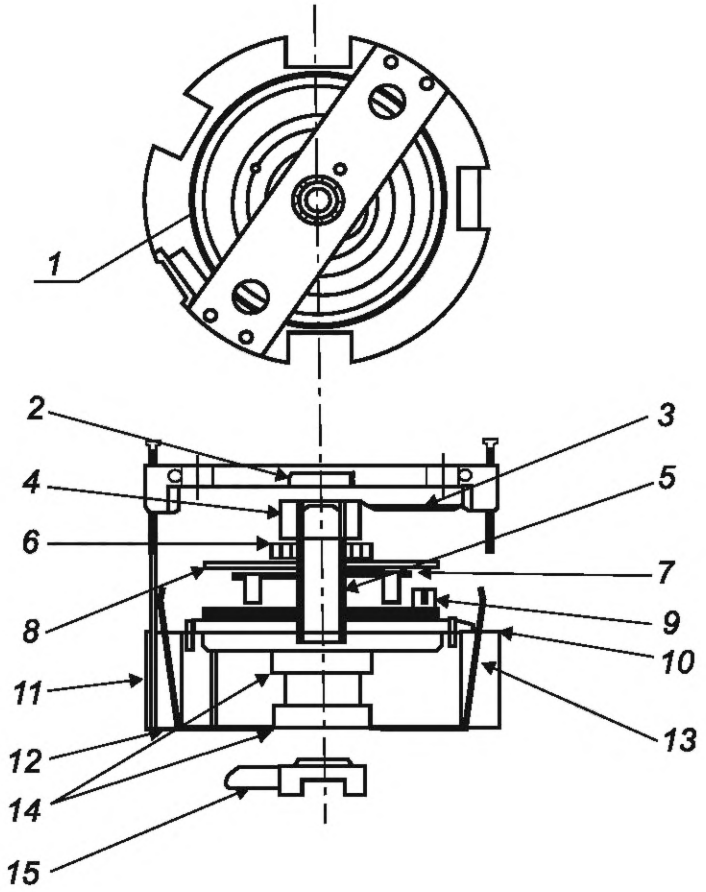


Рисунок В.1 — Типичное калибровочное устройство потенциометра



1 — резистор; *2* — вал подшипника; *3* — контактная рукоятка; *4* — кольцо, пружина; *5* — переходная втулка, пружина; *6* — стопор, пружина опоры вала; *7* — зажим, пружинное натяжное устройство; *8* — изолятор; *9* — регулятор, пружина; *10* — резистор; *11* — корпус, основание; *12* — стопор, монтажная рама; *13* — контактные пружины; *14* — подшипник, корпус; *15* — рукоятка, стопор

Рисунок В.2 — Типичный потенциометр для консистометра высокого давления

Эквивалентная калибровочная величина вращающего момента T, гс · см, определяется по формуле

$$T = 78{,}2 + 20{,}02 \cdot Bc, \qquad (B.1)$$

где Bc — консистенция, выраженная в Берденах.

Таблица В.1 — Зависимость консистенции цементного теста от эквивалентного крутящего момента (для потенциометра с радиусом 52 ± 1 мм)

Эквивалент крутящего момента, г · см	Масса грузов, г (± 0,1 % от обозначенной массы)	Консистенция цементного теста (Bc ± 5)
260	50	9
520	100	22
780	150	35
1 040	200	48
1 300	250	61
1 560	300	74
1 820	350	87
2 080	400	100

Окончание таблицы В.1

Примечания

1 Для потенциометра с радиусом, отличным от 52 ± 1 мм, требуется переходное кольцо с радиусом 52 ± 1 мм или соответствующая таблица эквивалентных допусков.

2 Показатель консистенции потенциометра может отличаться не более чем на ± 5 Вс от консистенции раствора, указанной в таблице.

УДК 691.54.001.4-006.354 МКС 91.100.10

Ключевые слова: тампонажные цементы, методы испытаний, тонкость помола, растекаемость, плотность цементного теста, время загустевания, водоотделение, начальная консистенция, прочность при изгибе, прочность на сжатие

Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 20.06.2025. Подписано в печать 01.07.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru