

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ БЕТОНА

Часть 3. Определение прочности на сжатие испытываемых образцов

(EN 12390-3:2009+AC:2011, IDT)

Настоящий стандарт EN 12390-3 идентичен EN
CEN/CENELEC, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels./CENELEC

Издание официальное

stroystandard.info

IDT Ключевые слова: испытания, прочность на сжатие, нагрузка, шлифование, нанесение покрытия

Предисловие

В разделе «Нормативные ссылки» и тексте стандарта ссылки на европейские и международный стандарты актуализированы.

Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским и международным стандартам приведены в дополнительных приложениях Д.А и Д.Б.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Содержание

Введение	iv
1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Сущность метода испытаний	1
4 Оборудование.....	1
5 Испытываемые образцы.....	1
6 Проведение испытаний.....	2
7 Обработка результатов.....	3
8 Протокол испытаний	3
9 Точность	5
Приложение А (обязательное) Подготовка испытываемых образцов	7
Приложение В (обязательное) Испытания образцов, размеры которых находятся за пределами допусков заданных размеров, установленных в EN 12390-1	11
Библиография.....	13
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам	14
Приложение Д.Б (справочное) Сведения о соответствии государственного стандарта ссылочному международному стандарту другого года издания	15

Введение

Европейский стандарт EN 12390-3:2009 введен взамен EN 12390-3:2001.

Европейский стандарт является одним из серии стандартов EN 12390 «Методы испытаний бетона».

EN 12390 включает следующие части:

Часть 1. Форма, размеры и другие требования к испытываемым образцам и формам для изготовления образцов

Часть 2. Изготовление и выдерживание образцов для испытания на прочность

Часть 3. Определение прочности на сжатие испытываемых образцов

Часть 4. Определение прочности на сжатие. Технические условия для испытательных установок

Часть 5. Определение прочности на изгиб испытываемых образцов

Часть 6. Определение прочности испытываемых образцов на растяжение при раскалывании

Часть 7. Определение плотности бетона

Часть 8. Определение глубины проникновения воды под давлением.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ БЕТОНА

Часть 3. Определение прочности на сжатие испытываемых образцов

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает методы определения прочности на сжатие испытываемых образцов бетона.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

EN 197-1:2000 Цемент. Часть 1. Состав, технические требования и критерии соответствия цемента общего назначения

EN 12350-1:2009 Методы испытаний бетонной смеси. Часть 1. Отбор проб

EN 12390-1:2000 Испытания затвердевшего бетона. Часть 1. Форма, размеры и другие требования к испытываемым образцам и формам для изготовления образцов

EN 12390-2:2009 Испытания затвердевшего бетона. Часть 2. Изготовление и выдерживание образцов для испытания на прочность

EN 12390-4:2000 Испытания затвердевшего бетона. Часть 4. Определение прочности на сжатие испытываемых образцов. Технические условия для испытательных установок

EN 12504-1:2009 Проверка бетона в конструкциях. Часть 1. Цилиндрические образцы. Тестирование, проверка и испытание на сжатие

ISO 3310-1:2000/Сог 1:2004 Сита контрольные. Технические требования и испытания. Часть 1. Сита контрольные из металлической проволочной ткани.

3 Сущность метода испытаний

Испытываемые образцы нагружают до разрушения в установке для испытаний на сжатие, соответствующей EN 12390-4. Фиксируют максимальную нагрузку, выдерживаемую испытываемым образцом, и вычисляют прочность бетона на сжатие.

4 Оборудование

Установка для испытаний на сжатие, соответствующая EN 12390-4.

5 Испытываемые образцы

5.1 Требования

Испытываемый образец должен иметь форму куба, цилиндра или керна, удовлетворяющих требованиям EN 12350-1, EN 12390-1, EN 12390-2 или EN 12504-1.

Если предельные отклонения размеров испытываемого образца не соответствуют допустимым отклонениям заданных размеров, установленных в EN 12390-1, то допустимо его испытание в соответствии с методом, установленным в приложении В.

Примечание — Поврежденные или имеющие неуплотненные участки образцы не испытывают.

5.2 Подготовка испытываемых образцов

Если размеры или форма испытываемых образцов не соответствуют требованиям, установленным в EN 12390-1, вследствие превышения соответствующих допусков, то образцы бракуют, подготавливают или испытывают в соответствии с приложением В.

Для подготовки испытываемых образцов используют один из методов, установленных в приложении А.

6 Проведение испытаний

6.1 Подготовка и размещение испытываемого образца

Плиты установки для испытаний и опорные поверхности образца очищают от частиц бетона.

Между испытываемым образцом и плитами установки для испытаний не используют прокладку, за исключением вспомогательных или промежуточных плит (см. EN 12390-4).

С поверхности испытываемого образца вытирают излишки влаги перед помещением в установку для испытаний.

Испытываемый образец в форме куба размещают таким образом, чтобы нагрузка была приложена перпендикулярно к направлению бетонирования.

Испытываемый образец центрируют по отношению к нижней плите с точностью до 1 % от заданного размера для образцов в форме куба или заданного диаметра — для образцов в форме цилиндра.

При использовании вспомогательных плит их выравнивают с верхней и нижней поверхностями испытываемого образца.

При использовании испытательных установок с двумя колоннами, испытываемые образцы в форме куба размещают таким образом, чтобы их гладкая поверхность была обращена к одной из колонн испытательной установки.

6.2 Нагрузка

Принимают постоянную скорость приложения нагрузки в пределах $(0,6 \pm 0,2)$ МПа/с ($\text{Н}/(\text{мм}^2 \cdot \text{с})$). После достижения первоначального значения нагрузки, не превышающего приблизительно 30 % от значения разрушающей нагрузки, указанной в проектной документации, продолжают равномерно, плавно увеличивать нагрузку с заданной скоростью (при допустимом отклонении ± 10 %) до разрушения испытываемого образца.

При использовании установок для испытаний с ручным управлением, корректируют тенденцию к уменьшению заданного уровня нагрузки посредством соответствующей регулировки устройств управления при приближении момента разрушения испытываемого образца.

Установленную максимальную нагрузку указывают в килоньютонах.

6.3 Оценка типа разрушения

Примеры разрушения испытываемого образца, показывающие, что испытания прошли удовлетворительно, приведены на рисунке 1 — для кубов, на рисунке 3 — для цилиндров.

Примеры неудовлетворительного разрушения испытываемых образцов приведены на рисунке 2 — для кубов, на рисунке 4 — для цилиндров.

Если разрушение неудовлетворительное — это регистрируют со ссылкой на символы образца согласно рисунку 2 или 4, наиболее характеризующему наблюдаемое разрушение.

Примечание — Неудовлетворительное разрушение может быть вызвано:

- недостаточным вниманием к процедуре испытаний, в частности к размещению испытываемого образца;
- неисправностью испытательной установки.

Разрушение выравнивающего слоя цилиндров, наступившее до разрушения бетонного образца, считается неудовлетворительным типом разрушения образца.

7 Обработка результатов

Прочность на сжатие f_c , МПа (Н/мм²), вычисляют по формуле

$$f_c = \frac{F}{A_c},$$

где F — максимальная нагрузка при разрушении, Н;

A_c — площадь поперечного сечения испытываемого образца, мм² на которую действует сила сжатия; рассчитывают исходя из заданных размеров испытываемого образца (см. EN 12390-1) или из измерений испытываемого образца в соответствии с приложением В.

Прочность на сжатие вычисляют с точностью до 0,1 МПа (Н/мм²).

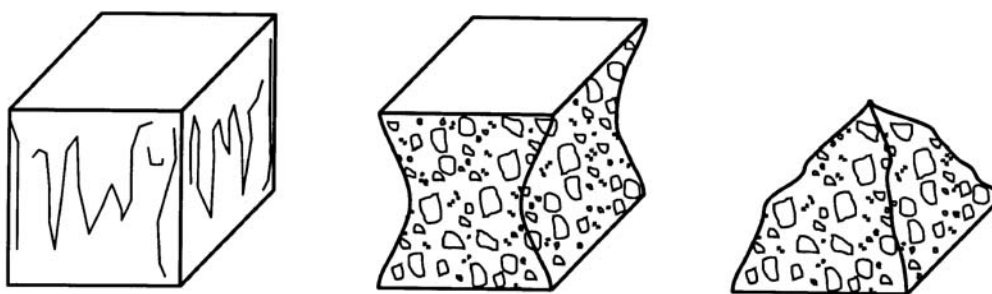
8 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать:

- наименование испытываемого образца;
- заданные размеры испытываемого образца или действительные размеры при превышении номинального размера и испытаниях в соответствии с приложением В;
- данные об обработке шлифованием/покрытием (при необходимости);
- дату проведения испытаний;
- максимальную нагрузку при разрушении, кН;
- прочность на сжатие испытываемого образца с точностью до 0,1 МПа (Н/мм²);
- неудовлетворительное разрушение (если это целесообразно) и, если разрушение неудовлетворительное, наиболее приближенный вид;
- любые отклонения от стандартного метода испытаний;
- подтверждение лица, технически ответственного за испытания, о соответствии процесса испытаний настоящему стандарту, за исключением указания перечисления h).

В протоколе испытаний дополнительно могут быть приведены следующие сведения:

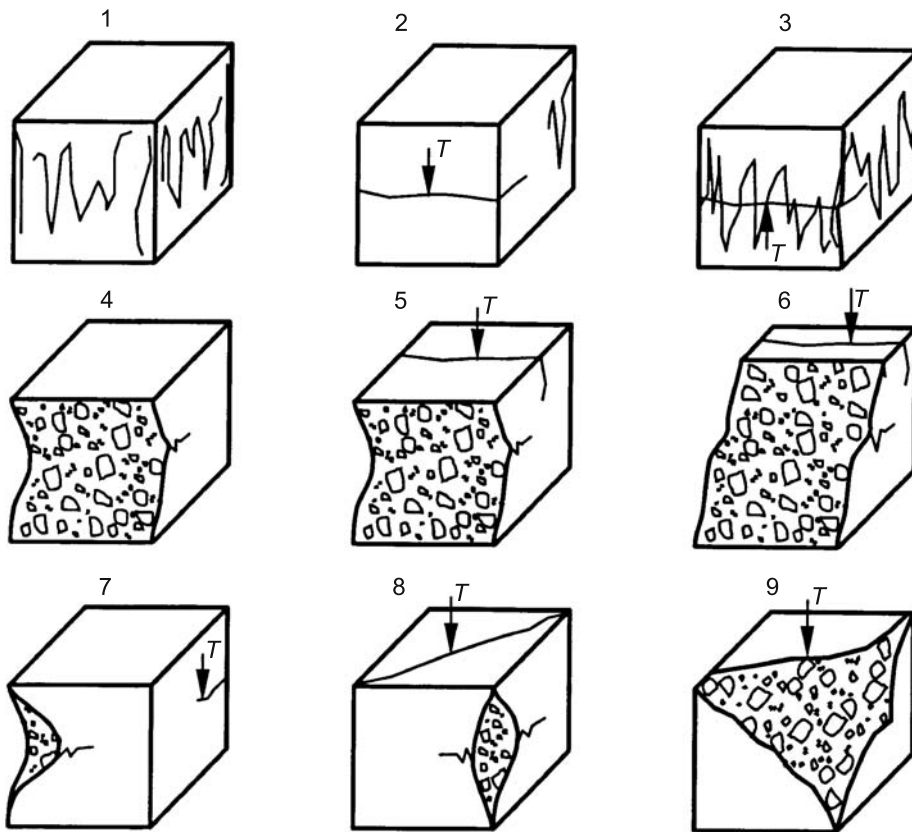
- масса испытываемого образца, кг;
- плотность испытываемого образца с точностью до 10 кг/м³;
- состояние испытываемого образца при получении;
- условия хранения с момента получения;
- продолжительность испытаний (при необходимости);
- возраст образца на момент проведения испытаний.



Взрывное разрушение

Примечание — Все четыре поверхности, подверженные воздействию, разрушены приблизительно в равной степени с незначительным повреждением поверхностей, взаимодействующих с плитами.

Рисунок 1 — Удовлетворительное разрушение испытываемых образцов, имеющих форму куба



Примечание — *T* — трещина отрыва.

Рисунок 2 — Неудовлетворительное разрушение испытываемых образцов, имеющих форму куба

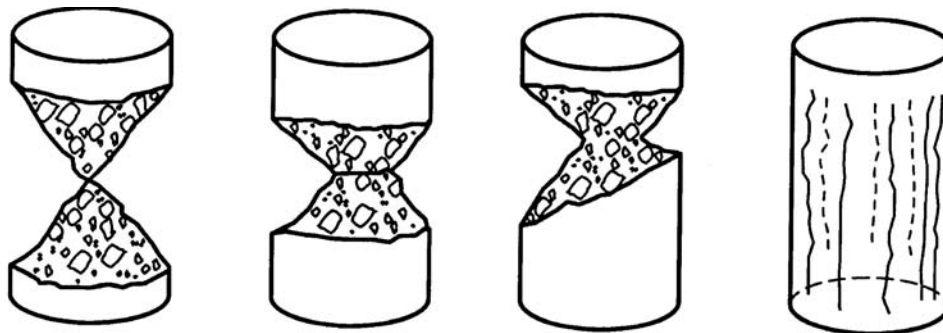


Рисунок 3 — Удовлетворительное разрушение испытываемых образцов, имеющих форму цилиндра

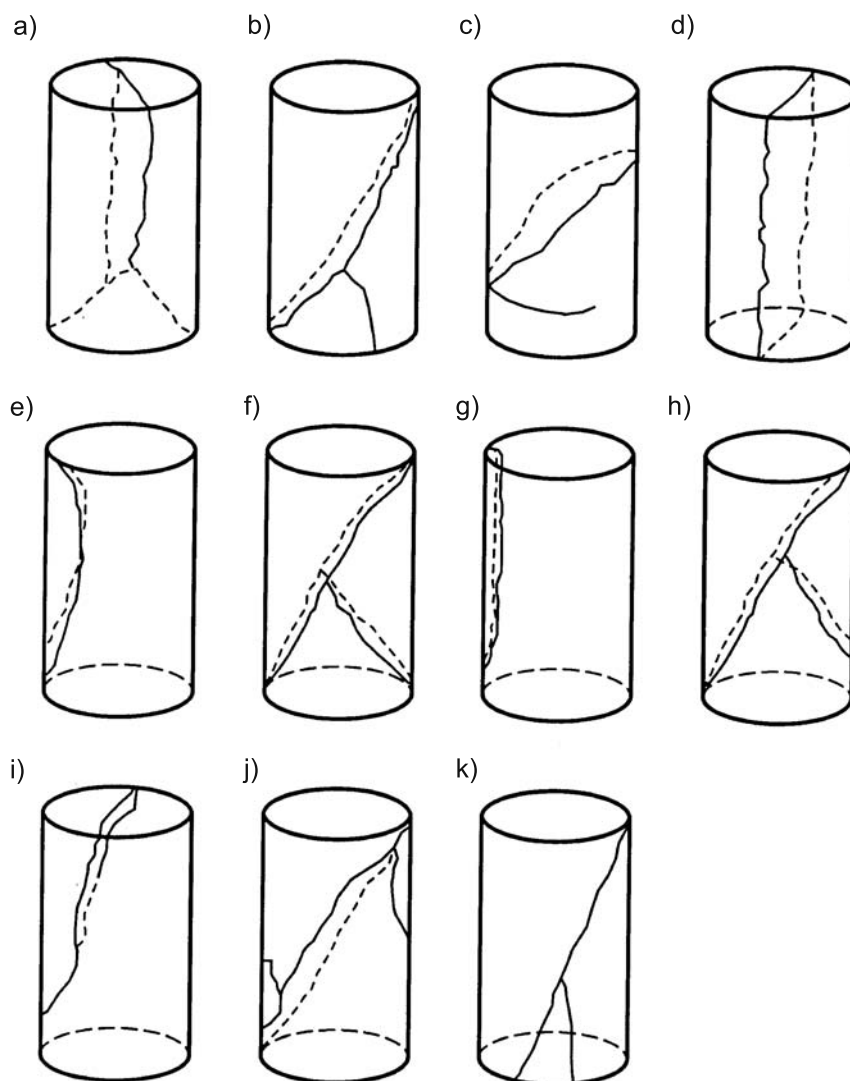


Рисунок 4 — Неудовлетворительное разрушение испытываемых образцов, имеющих форму цилиндра

9 Точность

Таблица 1 — Точные данные для измерений прочности на сжатие бетона, выраженные в процентном отношении среднего значения прочностей двух кубов, различия которых сравнимы с помощью повторяемости r или воспроизводимости R

В процентах

Метод испытаний	Условия повторяемости		Условия воспроизводимости	
	s_r	r	s_R	R
Куба с длиной ребра, мм:				
100	3,2	9,0	5,4	15,1
150	3,2	9,0	4,7	13,2

Примечание 1 — Точные данные были определены в процессе эксперимента, проведенного в Великобритании в 1987 г., по результатам нескольких испытаний, рассмотренных в BS 1881. В эксперименте было задействовано 16 операторов. Бетонные смеси изготавливали с использованием обычного портландцемента, песка долины р. Темзы и крупного заполнителя размерами от 10 до 20 мм долины р. Темзы.

Примечание 2 — Различие результатов двух испытаний одного образца, проводимых одним оператором, использующим одинаковое оборудование, в течение минимального допустимого промежутка времени превысит значение повторяемости r в среднем не более чем 1 раз в 20 случаях в процессе обычного и точного применения метода.

Окончание таблицы 1

Примечание 3 — Результаты испытаний одного образца, полученные в течение минимального допустимого промежутка времени двумя операторами, использующими разное оборудование, будут отличаться значением воспроизводимости R в среднем не более чем 1 раз в 20 случаях в процессе обычного и точного применения метода.

Примечание 4 — Более подробная информация о точности и определении используемых статистических терминов приведена в ISO 5725-1.

Таблица 2 — Точные данные для измерений прочности на сжатие бетона, выраженные в процентном отношении среднего значения прочностей трех цилиндров, различия которых сравнимы с помощью повторяемости r или воспроизводимости R

В процентах

Метод испытаний	Условия повторяемости		Условия воспроизводимости	
	s_r	r	s_R	R
Цилиндр диаметром 160 мм, высотой 320 мм	2,9	8,0	3,1	11,7

Примечание 1 — Точные данные были определены во Франции в процессе испытания Round Robin в 1992 г. Они основаны на результатах, полученных 89 лабораториями, которые принимали участие в испытаниях.

Примечание 2 — Бетонные смеси изготавливали с использованием СРА55 цемента (CEM I), песка р. Сена и 20 мм заполнителя. Среднее значение составляло 38,87 МПа.

Примечание 3 — Точные данные включают только процедуру испытаний по прочности на сжатие.

Приложение А (обязательное)

Подготовка испытываемых образцов

А.1 Общие положения

При необходимости приведения образца к соответствующим для проведения испытаний размерам его шлифуют или опиливают.

Потенциально несущие нагрузки поверхности подготавливают посредством шлифования или нанесения покрытия (таблица А.1).

Таблица А.1 — Ограничения для методов подготовки

Метод	Ограничение, основанное на устанавливаемой измерением (ожидаемой) прочности
Шлифование	Без ограничений
Раствор глиноземистого цемента	Приблизительно до 50 МПа (Н/мм ²)
Серная смесь	Приблизительно до 50 МПа (Н/мм ²)
Пескостружка	Без ограничений

В случаях разногласий шлифование должно быть эталонным методом.

Примечание — Возможно использование других методов подготовки, если их применение обосновано.

А.2 Шлифование

Испытываемые образцы, выдерживаемые в воде, извлекают для шлифования не более чем на 1 ч и снова погружают в воду минимум на 1 ч перед последующим шлифованием или испытаниями.

А.3 Нанесение покрытия (с использованием глиноземистого цемента)

Перед нанесением покрытия проверяют, чтобы поверхность испытываемого образца, на которую наносят покрытие, была увлажненная, чистая и без сыпучих частиц.

Покрытие должно быть максимально тонким, толщиной не более 5 мм, однако допустимы небольшие местные отклонения.

Материал для покрытия представляет собой строительный раствор, состоящий из трех массовых частей глиноземистого цемента и одной массовой части мелкозернистого песка (большая часть которого проходит через сито 300 мкм из проволоочной ткани по ISO 3310-1).

Допускается использование других видов цемента, соответствующего EN 197-1, при условии, что прочность раствора во время испытаний по меньшей мере равна прочности бетона.

Испытываемый образец помещают торцевой поверхностью на горизонтальную металлическую плиту. К верхней поверхности испытываемого образца, на который наносят покрытие, неподвижно закрепляют стальное кольцо соответствующих размеров, имеющее обработанный верхний край, таким образом, чтобы верхний край кольца находился в горизонтальном положении и едва выходил за пределы наивысшей части поверхности бетона.

Кольцо наполняют материалом для покрытия до образования выпуклой поверхности над краем кольца. Вращательным движением нажимают стеклянной плитой, покрытой тонким слоем масла для смазки форм, на материал для покрытия, пока плита полностью не коснется края кольца.

Немедленно помещают образец с кольцом и плитой в условия с относительной влажностью воздуха $\geq 95\%$ RH и температурой (20 ± 5) °C. Плиту и кольцо убирают, когда раствор достаточно затвердеет до такой степени, чтобы оказывать сопротивление разрушению.

Примечание — Во время испытаний покрытие должно быть как минимум таким же прочным, как и образец бетона.

A.4 Нанесение покрытия. Метод серной смеси

Перед нанесением покрытия проверяют, чтобы поверхность испытываемого образца, на которую наносят покрытие, была сухой, чистой и не имела сыпучих частиц.

Покрытие должно быть максимально тонким, толщиной не более 5 мм, однако допустимы небольшие местные отклонения.

Как правило, для покрытия применяют специальные серные смеси. Альтернативно материал для покрытия может состоять из смеси равных массовых частей серы и мелкозернистого кварцевого песка (большая часть которого проходит через сито 250 мкм из проволочной ткани и задерживается в сите 125 мкм из проволочной ткани по ISO 3310-1). Допускается добавление незначительной части, до 2 %, углеродной сажи.

Смесь нагревают до температуры, рекомендуемой поставщиком, или до температуры, при которой достигают требуемой консистенции при постоянном перемешивании.

Смесь постоянно перемешивают, чтобы убедиться в ее однородности и избежать осадка, формирующегося на дне плавильной чаши.

Примечание 1 — При необходимости повторного покрытия рекомендуется использовать две плавильные чаши, регулируемые с помощью термореле.

Примечание 2 — Не следует допускать низкого падения уровня смеси в плавильной чаше, так как это вызовет повышенную вероятность образования паров серы, которые могут воспламениться.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — В течение всего процесса плавления должна функционировать вытяжная вентиляция, чтобы обеспечить полное выведение паров серы, которые тяжелее воздуха. Следует убедиться, что температура смеси поддерживается в пределах заданного интервала, чтобы уменьшить вероятность загрязнения.

Один конец испытываемого образца, поддерживаемого в вертикальном положении, опускают в расплавленную смесь серы, находящуюся на горизонтальной плите/форме. Смеси позволяют затвердеть перед повторением процедуры для другого конца. Применяют раму для покрытия с целью обеспечения параллельности поверхностей, на которые наносят покрытие, и минеральное масло в качестве разделительного состава для плит/форм.

Примечание 3 — Может возникнуть необходимость снятия излишков материала для покрытия с поверхностей испытываемого образца.

Испытываемый образец проверяют для того, чтобы убедиться, что материал для покрытия прочно прикреплен к обоим концам испытываемого образца. При наличии полости у слоя покрытия его удаляют и повторяют процедуру нанесения покрытия.

Перед проведением испытания на сжатие испытываемый образец оставляют на 30 мин с момента последнего нанесения покрытия.

A.5 Нанесение покрытия. Метод песколовки. Использование песколовки для нанесения покрытия на испытываемые образцы, имеющие форму цилиндра

A.5.1 Изготовление

Схема нанесения покрытия методом песколовки приведена на рисунке А.1.

Перед нанесением покрытия проверяют, чтобы поверхность испытываемого образца, на которую наносят покрытие, была чистой, без мелких сыпучих частиц.

Используют мелкозернистый кварцевый песок, большая часть которого проходит через сито 250 мкм из проволочной ткани и задерживается в сите 125 мкм из проволочной ткани по ISO 3310-1.

A.5.2 Оборудование

A.5.2.1 Стальные песколовки, форма и размеры которых соответствуют приведенным на рисунке А.2.

1) Сталь должна иметь предел текучести не менее 900 МПа (Н/мм²).

2) Допуски размеров должны составлять 0,1 мм.

3) Каждая песколовка должна иметь закрываемое отверстие для получения потока из воздушного компрессора.

A.5.2.2 Установочная рама (рисунок А.3) состоит из:

1) направляющего устройства, обеспечивающего допуск перпендикулярности стороны испытываемого образца относительно контактной поверхности песколовки в раме, равный 0,5 мм, и допуск соосности осей каждой песколовки относительно испытываемого образца, равный 0,5 мм;

2) двух центрирующих ограничителей песколовки, являющихся неотъемлемой частью горизонтальной поверхности рамы;

3) механической системы закрепления песколовки у ограничителей;
 4) системы крепления испытываемого образца к направляющей;
 5) вибратора, установленного под горизонтальной поверхностью рамы и являющегося ее неотъемлемой частью, предназначенного для обеспечения равномерного распределения и сжатия песка в песколовках;

6) блока, обособленного таким образом, чтобы не передавать вибрацию держателю, и обеспечивающего правильное положение испытываемого образца и двух песколовок.

A.5.2.3 Нагнетательный компрессор для освобождения песколовок.

A.5.2.4 Колба для твердого парафина.

A.5.2.5 Электрическая плитка, регулируемая с помощью термореле и предназначенная для плавления твердого парафина при температуре (110 ± 10) °C.

A.5.2.6 Калиброванная емкость, используемая для калибрования объема песка, соответствующего высоте (10 ± 2) мм в песколовке.

A.5.2.7 Твердый парафин с температурой застывания (60 ± 10) °C.

A.5.3 Проведение испытаний

Установочную раму помещают на горизонтальную рабочую поверхность. Одну из песколовок помещают на раму и закрепляют. Не распределяя, засыпают необходимый объем песка в центр песколовки. Очистив опорные поверхности, образец помещают на кучу песка и закрепляют.

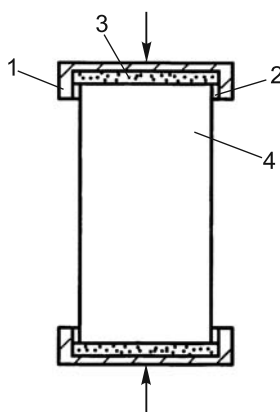
Включают вибратор на (20 ± 5) с, проверяя, чтобы несущие ролики были расположены вплотную к образцу.

Парафин вливают до края песколовки и позволяют осесть. Зажим испытываемого образца ослабляют и опрокидывают его на рабочую поверхность. Повторяют действия с другой песколовкой.

При перемещении испытываемого образца его поддерживают за нижнюю песколовку.

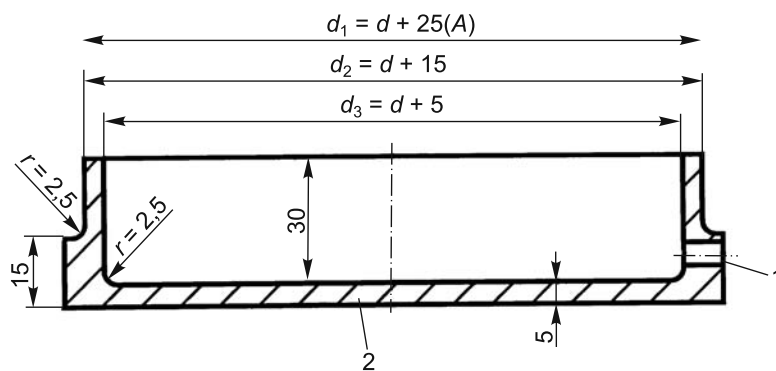
После завершения испытания на сжатие из двух песколовок удаляют остатки испытываемого образца путем вдувания воздуха через отверстие, предназначенное для этой цели.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — На воронку с гравийной засыпкой рекомендуется помещать крышку с овальным отверстием. Ободок перевернутой песколовки размещают на краю отверстия, одной рукой поддерживая песколовку, а другой рукой управляя компрессором. Овальная форма отверстия должна иметь размер, достаточный для соответствующего размещения ободка песколовки, за редким исключением, когда не происходит полное разрушение испытываемого образца и две песколовки остаются у обоих концов испытываемого образца. Расположение отверстий должно быть таким, чтобы уменьшить образование пыли.



1 — песколовка; 2 — парафин; 3 — песок; 4 — испытываемый образец

Рисунок А.1 — Схема нанесения покрытия методом песколовок



- A — минимум; d — заданный диаметр испытываемого образца
 1 — отверстие для освобождения формы;
 2 — поверхность, взаимодействующая с плитой (допуск плоскостности — $0,001d$)

Рисунок А.2 — Элементы песколовки

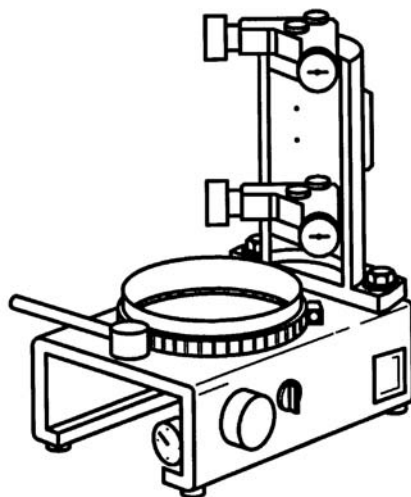


Рисунок А.3 — Установочная рама

Приложение В (обязательное)

Испытания образцов, размеры которых находятся за пределами допусков заданных размеров, установленных в EN 12390-1

В.1 Сущность метода испытаний

Перед проведением испытаний по прочности на сжатие измеряют размеры испытываемого образца в нескольких направлениях и вычисляют средние значения. Вычисляют площадь поперечного сечения опорных поверхностей. Образец испытывают в соответствии с разделом 6, если отсутствуют дополнительные требования к плитам установки для испытаний, вспомогательным или промежуточным плитам.

В.2 Оборудование

Штангенциркули или линейки, предназначенные для измерения размеров испытываемых образцов с точностью до 0,5 %.

В.3 Проведение испытаний

В.3.1 Кубы

В.3.1.1 Производят три измерения размеров в каждом из ортогональных направлений x , y , z в соответствии с рисунками В.1 и В.2 с точностью до 0,5 %.

Если значение любого из размеров образца отличается от заданного значения размера более чем на 3 %, то образец отбраковывают или подготавливают в соответствии с приложением А.

В.3.1.2 Вычисляют средние значения x_m , y_m из шести измерений размера в каждом направлении опорных поверхностей и округляют с точностью до 1 мм.

В.3.1.3 Вычисляют среднюю площадь опорной поверхности куба, $A_c = x_m \cdot y_m$, и округляют с точностью до 1 мм².

В.3.2 Цилиндры или керны

В.3.2.1 Производят три измерения диаметра с точностью до 0,5 % на каждой из торцевых поверхностей цилиндра или керна, расположенные под углом приблизительно 60° друг к другу (рисунок В.3). Измеряют высоту цилиндра или керна с точностью до 0,5 % в трех направлениях под углом приблизительно 120° друг к другу (рисунок В.4). Если любой из размеров больше или меньше заданного размера на 3 %, образец бракуют или подготавливают в соответствии с приложением А.

В.3.2.2 Вычисляют средний диаметр d_m опорных поверхностей цилиндра или керна из шести измерений и округляют с точностью до 1 мм.

В.3.2.3 Вычисляют среднюю площадь опорной поверхности цилиндра или керна, $A_c = \pi \cdot d_m^2/4$, и округляют с точностью до 1 мм².

В.3.3 Испытания по прочности на сжатие

Образцы испытывают в соответствии с разделом 6, за исключением случаев, когда размеры плит установки для испытаний, вспомогательных или промежуточных плит должны быть более или равны размерам поверхностей испытываемых образцов, соприкасающихся с ними.

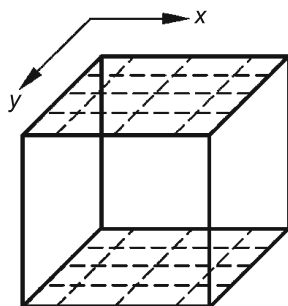


Рисунок В.1 — Образец в виде куба (пунктирные линии указывают направления измерения опорных поверхностей)

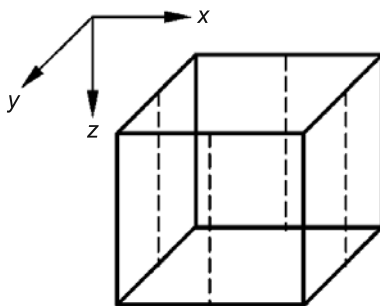


Рисунок В.2 — Образец в виде куба (пунктирные линии указывают направления измерения не опорных поверхностей)

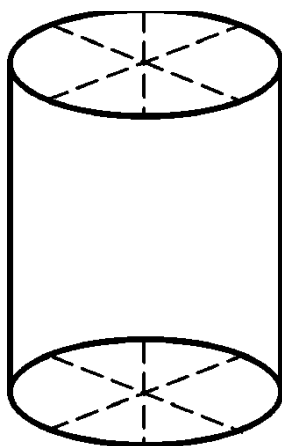


Рисунок В.3 — Образец в виде цилиндра (пунктирные линии указывают направления измерения торцевых поверхностей)

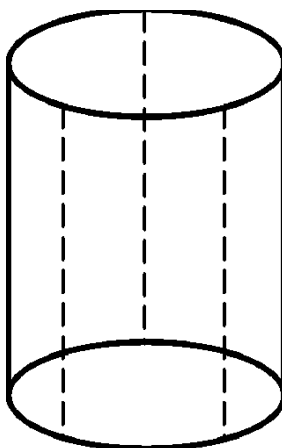


Рисунок В.4 — Образец в виде цилиндра (пунктирные линии указывают направления измерения высоты)

Библиография

- [1] ISO 5725-1 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results — Part 1: General principles and definitions
(Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Общие принципы и определения)
- [2] Группа BS 1881 Testing concrete
(Испытания бетонной смеси)