

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Часть 7. Содержание воздуха.

Методы определения под давлением

МЕТАДЫ ВЫПРАБАВАННЯЎ БЕТОННАЙ СУМЕСІ

Частка 7. Наяўнасць паветра.

Метады вызначэння пад ціскам

(EN 12350-7:2009, IDT)

Настоящий государственный стандарт СТБ EN 12350-7-2013 идентичен EN 12350-7:2009 и воспроизведен с разрешения CEN/CENELEC, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels. Все права по использованию европейских стандартов в любой форме и любым способом сохраняются во всем мире за CEN/CENELEC и его национальными членами, и их воспроизведение возможно только при наличии письменного разрешения CEN/CENELEC в лице Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь

Издание официальное



Госстандарт
Минск

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН научно-проектно-производственным республиканским унитарным предприятием «Стройтехнорм» (РУП «Стройтехнорм»)

ВНЕСЕН Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 26 февраля 2013 г. № 14

В Национальном комплексе технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства настоящий стандарт входит в блок 6.03 «Бетоны и растворы»

3 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 12350-7:2009 Testing fresh concrete — Part 7: Air content — Pressure methods (Методы испытаний бетонной смеси. Часть 7. Содержание воздуха. Методы определения под давлением).

Европейский стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации CEN/TC 104 «Бетон и бетонные изделия», секретариат которого находится при DIN.

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры европейского стандарта, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и европейских стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Национальном фонде ТНПА.

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

Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам приведены в дополнительном приложении Д.А.

Степень соответствия — идентичная (IDT).

В настоящем стандарте, с целью устранения ошибки в 4.1.1(а) оригинала европейского стандарта, А.8 заменено на С.5

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© Госстандарт, 2014

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Содержание

Введение	iv
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Методы испытаний	1
4 Метод водяного столба	2
5 Метод уравнивания давления	5
6 Вычисление и обработка результатов	7
7 Протокол испытаний	7
8 Точность метода	8
Приложение А (обязательное) Поправочный коэффициент заполнителя — метод водяного столба	9
Приложение В (обязательное) Поправочный коэффициент заполнителя — метод уравнивания давления	10
Приложение С (обязательное) Градуировка оборудования — метод водяного столба	11
Приложение D (обязательное) Градуировка оборудования — метод уравнивания давления	13
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам	14

Введение

Европейский стандарт введен взамен EN 12350-7:2000.

В результате последнего лабораторного сопоставления, частично финансируемого ЕС по программе измерений и испытаний, контракт MAT1-СТ-94-0043, в котором проводилось исследование данных двух методов определения содержания воздуха между ними не было обнаружено значительных различий. Однако при реализации данной программы было установлено, что для исключения потери вовлеченного воздуха при уплотнении образцов бетонной смеси, содержащих вовлеченный воздух, глубинный вибратор необходимо применять с осторожностью.

Определение поправочного коэффициента заполнителя в зависимости от способа испытаний — в соответствии с приложениями А и В.

Способ градуировки приборов двух типов — в соответствии с приложениями С и D.

Европейский стандарт является одним из группы стандартов, рассматривающих испытание бетонной смеси.

EN 12350 включает следующие части:

Часть 1. Отбор проб

Часть 2. Определение осадки конуса

Часть 3. Метод Вебе

Часть 4. Степень уплотняемости

Часть 5. Испытание на расплыв

Часть 6. Определение плотности

Часть 7. Содержание воздуха. Методы определения под давлением

Часть 8. Самоуплотняющаяся бетонная смесь. Испытание на осадку конуса и расплыв (на этапе разработки)

Часть 9. Самоуплотняющаяся бетонная смесь. Испытание с помощью V-образной воронки (на этапе разработки)

Часть 10. Самоуплотняющаяся бетонная смесь. Испытание с помощью L-образной коробки (на этапе разработки)

Часть 11. Самоуплотняющаяся бетонная смесь. Испытание путем разделения с помощью сита (на этапе разработки)

Часть 12. Самоуплотняющаяся бетонная смесь. Испытание с помощью J-кольца (на этапе разработки).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — При перемешивании цемента с водой происходит выделение щелочи. Во избежание попадания сухого цемента в глаза, рот и нос в процессе приготовления бетонной смеси необходимо принимать меры предосторожности. Для предотвращения взаимодействия кожи с увлажненным цементом или бетонной смесью применяют соответствующую защитную спецодежду. При попадании цемента или бетонной смеси в глаза их тщательно промывают чистой водой и незамедлительно обращаются к врачу. При попадании на кожу бетонную смесь немедленно смывают водой.

В издание EN 12350-7:2009 внесены следующие изменения:

— редакционные;

— описание и уточнение способов укладки и уплотнения бетонной смеси в емкости.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ
Часть 7. Содержание воздуха. Методы определения под давлением

МЕТАДЫ ВЫПРАБАВАННЯЎ БЕТОННАЙ СУМЕСІ
Частка 7. Наяўнасць паветра. Метады вызначэння пад ціскам

Testing fresh concrete
Part 7. Air content. Pressure methods

Дата введения 2013-11-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает два метода определения содержания воздуха в уплотненной бетонной смеси, приготовленной с заполнителями плотных пород с крупностью зерен не более 63 мм.

Примечание — Данные методы не распространяются на бетонные смеси, изготовленные с применением легкого заполнителя, доменного шлака воздушного охлаждения или пористого заполнителя, так как значение поправочного коэффициента заполнителя сопоставимо с количеством вовлеченного воздуха в бетонной смеси.

2 Нормативные ссылки

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

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

EN 12350-6:2009 Методы испытаний бетонной смеси. Часть 6. Определение плотности.

3 Методы испытаний

3.1 Общие положения

Существует два метода испытаний по принципу закона Бойля-Мариотта — метод водяного столба и метод уравнивания давления, для которых используют прибор для измерения водяного столба и объемомер.

3.2 Метод водяного столба

В герметичную емкость заданного объема наливают воду до установленного уровня над образцом уплотненной бетонной смеси и создают заданное давление воздуха над водой. Уменьшение объема воздуха в испытываемой пробе бетонной смеси измеряют посредством наблюдения за понижением уровня воды, при этом указатель уровня воды должен быть градуирован исходя из процентного содержания воздуха в испытываемой пробе бетонной смеси.

3.3 Метод уравнивания давления

Известный объем воздуха при известном давлении уравнивают в герметичной закрытой камере с неизвестным объемом воздуха в пробе бетонной смеси. Шкалу объемомера градуируют в зависимости от процентного содержания воздуха при соответствующем давлении.

4 Метод водяного столба

4.1 Оборудование

4.1.1 Прибор для измерения водяного столба (рисунок 1), включающий:

а) емкость — цилиндрический резервуар из стали или другого твердого металла, не поддающегося агрессивному воздействию цементного теста, с номинальным объемом не менее 5 л и отношением диаметра к высоте в пределах от 0,75 до 1,25. Наружный ободок, верхняя поверхность фланца и внутренние поверхности резервуара должны быть гладкими. Емкость и сборная крышка должны быть водонепроницаемыми, подходящими для создания давления, составляющего приблизительно 0,1 МПа (Н/мм²), и быть достаточно прочными для того, чтобы обеспечить постоянное значение давления расширения ϵ согласно С.5 (приложение С), не превышающее 0,1 % содержания воздуха;

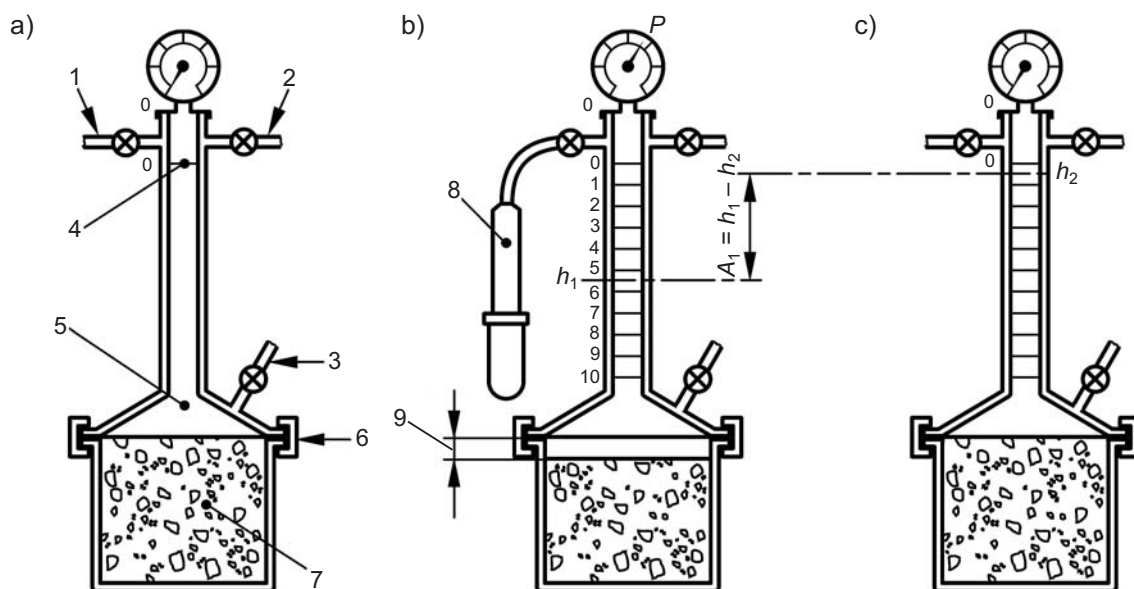
б) сборную крышку — твердая конусообразная крышка с фланцем, закрепленная к цилиндрическому резервуару. Крышка должна быть изготовлена из стали или другого твердого металла, не поддающегося агрессивному воздействию цементного теста, и внутренние поверхности крышки должны быть расположены под углом не менее 10° к поверхности фланца. Наружный ободок, нижняя поверхность фланца и наклонная внутренняя поверхность должны быть гладкими. Крышка должна герметично крепиться к емкости без захватывания воздуха в месте соединения фланцев крышки и емкости;

с) цилиндрический резервуар — градуированная стеклянная трубка с отверстием постоянного диаметра или металлическая трубка с отверстием постоянного диаметра и стеклянным указателем уровня. Диапазон измерений содержания воздуха — от 0 % до 10 %. Расстояние между делениями измерительной шкалы — не менее 2 мм. Цена деления — 0,1 %. Рекомендуется использовать шкалу, для которой 25 мм соответствуют 1 % содержания воздуха;

д) крышку, оснащенную соответствующим устройством вентилирования воздушной камеры, обратным клапаном для впуска воздуха и малым клапаном для слива воды. Создаваемое давление регистрируют с помощью манометра, присоединенного к воздушной камере над указателем уровня воды. Цена деления манометра — 0,005 МПа (Н/мм²), расстояние между делениями — 2 мм. Верхний предел измерений манометра — 0,2 МПа (Н/мм²);

е) отражающую пластину или распылитель — тонкий коррозионностойкий диск диаметром не менее 100 мм, используемый для предотвращения нарушения структуры поверхности бетонной смеси при подаче воды в прибор. В качестве альтернативы используют латунный распылитель соответствующего диаметра, который может быть неотъемлемой частью сборной крышки или отдельной частью. Распылитель сконструирован таким образом, что при добавлении воды в емкость происходит ее разбрызгивание на стенки крышки, по которым она стекает вниз, вызывая минимальное повреждение поверхности бетонной смеси в емкости;

ф) воздушный насос, соединенный с обратным клапаном на сборной крышке. Прибор градуируют во время испытаний в соответствии с приложением С. При перемещении прибора на высоту более 200 м от места последней градуировки его градуируют повторно.



h_1 — показание при давлении P ;
 h_2 — показание при нулевом давлении после снятия давления P

- 1 — обратный клапан; 2 — выпускное отверстие или клапан для воздуха;
 3 — сливной клапан; 4 — отметка; 5 — вода;
 6 — зажим; 7 — бетонная смесь; 8 — воздушный насос;
 9 — понижение уровня

Рисунок 1 — Прибор измерения водяного столба:

a — нулевое давление;

b — система, функционирующая при давлении P ;

c — нулевое давление после снятия давления P

Примечание — $h_1 - h_2 = A_1$, когда емкость содержит бетонную смесь, как показано на рисунке 1.

$h_1 - h_2 = G$ (поправочный коэффициент заполнителя), когда емкость содержит только заполнитель и воду.

$A_1 - G = A_c$ (содержание воздуха бетонной смеси).

4.1.2 Средства уплотнения бетонной смеси могут быть следующие:

- глубинный (штыковой) вибратор с минимальной частотой колебаний около 120 Гц (7200 циклов в минуту). Диаметр вибратора не должен превышать 0,25 диаметра применяемой емкости;
- виброплощадка с минимальной частотой колебаний примерно 40 Гц (2400 циклов в минуту);
- прямая штыковка, изготовленная из стали круглого поперечного сечения диаметром примерно 16 мм, длиной примерно 600 мм, с закругленными концами;
- прямая штыковка, изготовленная из стали квадратного поперечного сечения приблизительно (25×25) мм, длиной примерно 380 мм.

4.1.3 Совок шириной примерно 100 мм.

4.1.4 Стальная штукатурная лопатка или мастерок.

4.1.5 Емкость для повторного перемешивания — плоский твердый поддон, изготовленный из неабсорбирующего материала, не поддающегося воздействию цементного теста. Он должен иметь соответствующие размеры для тщательного повторного перемешивания бетонной смеси с помощью совковой лопаты с прямоугольной кромкой.

4.1.6 Совковая лопата с прямоугольной кромкой.

Примечание — Прямоугольная кромка необходима для обеспечения соответствующего смешивания материалов в емкости при повторном перемешивании.

4.1.7 Рамка для наполнения (при необходимости). Для упрощения наполнения допускается применение рамки, плотно присоединенной к емкости.

4.1.8 Емкость с носиком объемом от 2 до 5 л для наполнения оборудования водой.

4.1.9 Деревянный молоток с мягким бойком массой около 250 г.

4.2 Проведение испытаний

4.2.1 Отбор проб

Отбор пробы бетонной смеси производят в соответствии с EN 12350-1. Перед проведением испытания пробу следует перемешать.

4.2.2 Наполнение емкости и уплотнение бетонной смеси

С помощью совка бетонную смесь укладывают в емкость таким образом, чтобы удалить максимально возможное количество захваченного воздуха.

В зависимости от консистенции и способа уплотнения бетонной смеси емкость наполняют в один или несколько слоев до достижения полного уплотнения в соответствии с одним из методов, рассмотренных в 4.2.3 или 4.2.4. Наполнение емкости бетонной смесью с классом осадки не ниже S3 производят в один слой. При испытании самоуплотняющейся бетонной смеси механическое уплотнение или уплотнение вручную в процессе наполнения или после наполнения емкости не применяется.

Примечание 1 — Уплотнение бетонной смеси с использованием механической вибрации производят до исчезновения пузырьков воздуха на поверхности бетонной смеси и образования гладкой, ровной поверхности с отсутствием расслоения.

Примечание 2 — При уплотнении слоя бетонной смеси вручную количество нажимов штыковки зависит от консистенции бетонной смеси.

Примечание 3 — Дополнительные указания по методам уплотнения бетонных смесей различной консистенции в емкостях различных размеров могут быть установлены в национальном приложении NA.

Примечание 4 — Количество бетонной смеси последнего слоя должно быть достаточным для наполнения емкости без необходимости удаления ее излишков. Допускается, при необходимости, добавление бетонной смеси небольшими порциями с последующим уплотнением каждой порции до наполнения емкости, избегая удаления излишков.

4.2.3 Механическое уплотнение

4.2.3.1 Уплотнение глубинным вибратором

Уплотнение производят в течение минимального времени, необходимого для достижения полного уплотнения бетонной смеси. Продолжительное уплотнение вызывает потерю вовлеченного воздуха.

Примечание 1 — Следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить емкость. Вибратор должен быть расположен вертикально и не должен касаться дна или стенок емкости. Рекомендуется использовать рамку для наполнения емкости.

Примечание 2 — Лабораторные исследования показали, что следует проявлять особую внимательность и избегать потери вовлеченного воздуха при использовании глубинного вибратора.

4.2.3.2 Уплотнение на виброплощадке

Вибрирование производят в течение минимального времени, необходимого для достижения полного уплотнения бетонной смеси. Емкость следует установить и надежно закрепить на виброплощадке. Продолжительное уплотнение вызывает потерю вовлеченного воздуха.

4.2.4 Уплотнение с применением штыковки

Равномерно распределяют нажимы штыковки по поперечному сечению емкости.

При этом штыковка не должна касаться дна емкости при уплотнении первого слоя и при проникновении частично в нижележащий слой. Для уплотнения слоя бетонной смеси производят не менее 25 нажимов штыковкой. Для удаления из полостей захваченного, а не вовлеченного воздуха после уплотнения каждого слоя слегка постукивают по стенкам емкости деревянным молотком до исчезновения крупных пузырьков воздуха и углублений, образовавшихся от штыковки, на поверхности бетонной смеси.

4.2.5 Определение содержания воздуха

После уплотнения бетонной смеси снимают штыковкой ее излишек до уровня верхней части емкости и заглаживают поверхность стальной штукатурной лопаткой или мастерком.

Тщательно очищают фланцы емкости и сборной крышки. При отсутствии распылителя помещают отклоняющуюся пластину в центре на бетонную смесь и нажимают на нее. Закрепляют сборную крышку. Проверяют надежность герметизации между крышкой и емкостью. Оборудование наполняют водой и слегка постукивают по стенкам емкости деревянным молотком для удаления воздуха, находящегося под внутренней поверхностью крышки. Из цилиндрического резервуара сливают воду через малый клапан при открытом выпускном отверстии для воздуха до нулевого уровня. Закрывают выпускное отверстие для воздуха и создают рабочее давление P при помощи воздушного насоса. Фиксируют показание h_1 по шкале стеклянной измерительной трубки и снимают давление. Повторно фиксируют показание по шкале стеклянной измерительной трубки. Если показание h_2 соответствует 0,2 % содержа-

ния воздуха или менее, регистрируют значение $(h_1 - h_2)$ как относительное содержание воздуха A_1 с точностью до 0,1 %. Если h_2 превышает 0,2 % содержания воздуха, повторно создают рабочее давление P , снимая показание h_3 и итоговое показание h_4 после сброса давления. Если $(h_4 - h_2)$ составляет не более 0,1 % содержания воздуха, регистрируют значение $(h_3 - h_4)$ как относительное содержание воздуха. Если $(h_4 - h_2)$ больше 0,1 % содержания воздуха, возможно наличие утечки воздуха и результат испытаний не учитывают.

5 Метод уравнивания давления

5.1 Оборудование

5.1.1 Объемомер (рисунок 2), включающий:

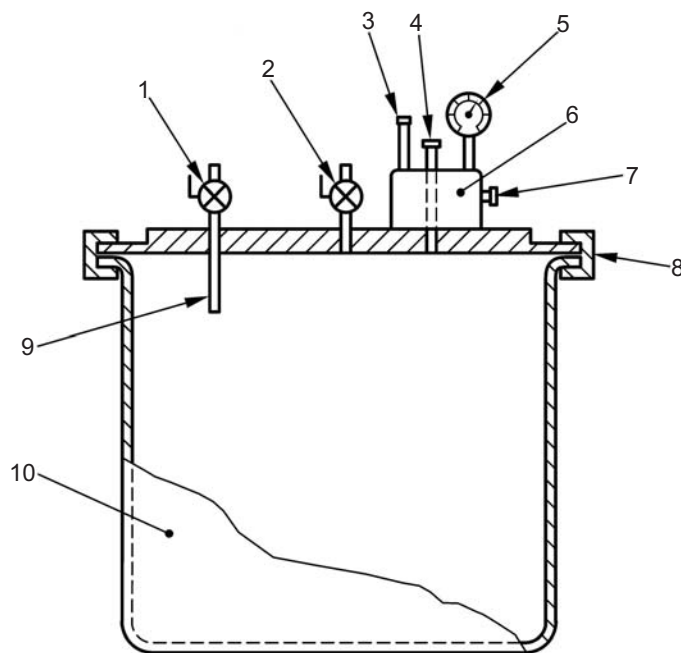
а) емкость — цилиндрический резервуар с фланцем, изготовленный из стали или другого твердого металла, не поддающегося агрессивному воздействию цементного теста, с номинальным объемом не менее 5 л и отношением диаметра к высоте в пределах от 0,75 до 1,25. Наружный ободок и внутренняя поверхность резервуара должны быть гладкими. Емкость и сборная крышка должны быть водонепроницаемыми и выдерживать давление приблизительно 0,2 МПа;

б) сборную крышку, твердую фланцевую, изготовленную из стали или другого твердого металла, не поддающегося быстрому агрессивному воздействию цементного теста. Наружный ободок, нижняя поверхность фланца и внутренняя поверхность должны быть гладкими. Крышка должна иметь герметичное крепление к емкости без захватывания воздуха в месте соединения фланцев крышки и емкости;

с) манометр, закрепленный к крышке, градуированный в пределах от 0 % до 10 % содержания воздуха. Деления для различных диапазонов шкалы должны составлять: 0,1 % — для диапазона от 0 % до 3 %; 0,2 % — для диапазона от 3 % до 6 %; 0,5 % — для диапазона от 6 % до 10 %;

д) воздушный насос, встроенный в крышку.

Градуировку шкалы объемомера производят во время испытаний в соответствии с приложением D.



- 1 — клапан А; 2 — клапан В; 3 — насос; 4 — главный воздушный клапан;
 5 — манометр; 6 — воздушная камера; 7 — выпускной воздушный клапан;
 8 — зажимное устройство; 9 — удлинительная трубка для контрольной тарировки;
 10 — контейнер (емкость)

Рисунок 2 — Объемомер

5.1.2 Средства уплотнения бетонной смеси:

- а) глубинный (штыковой) вибратор с минимальной частотой колебаний примерно 120 Гц (7200 циклов в минуту). Диаметр вибратора не должен превышать 0,25 диаметра применяемой емкости;
- б) виброплощадка с минимальной частотой колебаний примерно 40 Гц (2400 циклов в минуту);
- с) прямая штыковка круглого поперечного сечения, изготовленная из стали, диаметром примерно 16 мм и длиной примерно 600 мм, с закругленными концами;
- д) прямая штыковка, изготовленная из стали квадратного поперечного сечения приблизительно (25×25) мм, длиной примерно 380 мм.

5.1.3 Совок шириной около 100 мм.

5.1.4 Стальная штукатурная лопатка или мастерок.

5.1.5 Емкость для повторного перемешивания — плоский твердый поддон, изготовленный из неабсорбирующего материала, не поддающегося агрессивному воздействию цементного теста. Он должен иметь соответствующие размеры для тщательного повторного перемешивания бетонной смеси с помощью совковой лопаты с прямоугольной кромкой.

5.1.6 Совковая лопата с прямоугольной кромкой.

Примечание — Прямоугольная кромка необходима для качественного повторного перемешивания бетонной смеси.

5.1.7 Резиновый шприц для подачи воды в емкость через клапан А или В.

5.1.8 Деревянный молоток с мягким бойком.

5.1.9 Рамка для наполнения (при необходимости). Для упрощения наполнения емкости бетонной смесью допускается применение рамки, плотно присоединенной к емкости.

5.2 Проведение испытания

5.2.1 Отбор проб

Отбор пробы бетонной смеси производят в соответствии с EN 12350-1. Перед проведением испытания пробу следует перемешать.

5.2.2 Наполнение емкости и уплотнение бетонной смеси

С помощью совка бетонную смесь укладывают в емкость таким образом, чтобы удалить максимально возможное количество захваченного воздуха.

В зависимости от консистенции и способа уплотнения бетонной смеси емкость наполняют в один или несколько слоев до достижения полного уплотнения в соответствии с одним из методов согласно 5.2.3 или 5.2.4. Наполнение емкости бетонной смесью с классом осадки S3 и выше производят в один слой. При испытании самоуплотняющейся бетонной смеси механическое уплотнение или уплотнение вручную в процессе наполнения или после наполнения емкости не применяется.

Примечание 1 — Уплотнение бетонной смеси с использованием механической вибрации производят до исчезновения пузырьков воздуха на поверхности бетонной смеси и образования гладкой, ровной поверхности с отсутствием расслоения.

Примечание 2 — При уплотнении слоя бетонной смеси вручную количество нажимов штыковки зависит от консистенции бетонной смеси.

Примечание 3 — Дополнительные указания по методам уплотнения бетонных смесей различной консистенции в емкостях различных размеров могут быть установлены в национальном приложении NA.

Примечание 4 — Количество бетонной смеси последнего слоя должно быть достаточным для наполнения емкости без необходимости удаления излишков. Допускается, при необходимости, добавление бетонной смеси небольшими порциями с последующим ее уплотнением до наполнения емкости без удаления излишков.

5.2.3 Механическое уплотнение

5.2.3.1 Уплотнение глубинным вибратором

Уплотнение производят в течение минимального времени, необходимого для достижения полного уплотнения бетонной смеси. Продолжительная вибрация вызывает потерю вовлеченного воздуха.

Примечание 1 — Следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить емкость. Вибратор должен быть расположен вертикально и не должен касаться дна или стенок емкости. Рекомендуется использовать рамку для наполнения емкости.

Примечание 2 — Лабораторные исследования показали, что следует проявлять особую внимательность и избегать потери вовлеченного воздуха при использовании глубинного вибратора.

5.2.3.2 Уплотнение на виброплощадке

Вибрирование производят в течение минимального времени, необходимого для достижения полного уплотнения бетонной смеси. Емкость следует установить и надежно закрепить на виброплощадке. Продолжительное уплотнение вызывает потерю вовлеченного воздуха.

5.2.4 Уплотнение с применением штыковки

Равномерно распределяют нажимы штыковки по поперечному сечению емкости. При этом штыковка не должна касаться дна емкости при уплотнении первого слоя и при проникновении частично в нижележащий слой. Для уплотнения слоя бетонной смеси производят не менее 25 нажимов штыковкой. Для удаления из полостей захваченного, но не вовлеченного воздуха после уплотнения каждого слоя слегка постукивают по стенкам емкости деревянным молотком до исчезновения крупных пузырьков воздуха и углублений, образовавшихся от штыковки, на поверхности бетонной смеси.

5.2.5 Определение содержания воздуха

После уплотнения бетонной смеси снимают штыковкой излишек бетонной смеси до уровня верхней части емкости и заглаживают поверхность стальной штукатурной лопаткой или мастерком.

Тщательно очищают фланцы емкости и крышки. Закрепляют крышку. Проверяют надежность герметизации между крышкой и емкостью. Закрывают главный воздушный клапан и открывают клапаны А и В. Шприцем через клапан А или В подают воду до появления ее из другого клапана. Слегка постукивают по объемомеру деревянным молотком до вытеснения вовлеченного воздуха. Закрывают выпускной воздушный клапан и накачивают воздух в воздушную камеру до совпадения стрелки манометра с показанием начального давления. Несколько секунд выдерживают сжатый воздух до набора температуры окружающей среды, после чего устанавливают стрелку манометра на показании начального давления посредством дальнейшего накачивания или выпуска воздуха по мере необходимости. В течение данного процесса легко постукивают по прибору. Закрывают клапаны А и В и открывают главный воздушный клапан. Резко постукивают по стенкам емкости. При легком постукивании снимают показание манометра с точностью до 0,1 %, которое является относительным процентным содержанием воздуха A_1 . Сбрасывают давление, открывают клапаны А и В, снимают сборную крышку.

6 Вычисление и обработка результатов

Содержание воздуха в испытываемой пробе.

Вычисляют содержание воздуха в бетонной смеси, находящейся в емкости, A_c по формуле

$$A_c = A_1 - G,$$

где A_1 — относительное содержание воздуха в испытываемой пробе;

G — поправочный коэффициент заполнителя. Если G не получен посредством измерений и не установлен в национальном приложении NA, то $G = 0$.

Содержание воздуха указывают в процентах с точностью до 0,1 %.

Примечание — Методы определения поправочного коэффициента заполнителя установлены в приложениях А и В. Для наиболее плотных заполнителей, приведенных в национальном приложении NA, значение G является незначительным и его допускается не учитывать.

7 Протокол испытаний

В протоколе испытаний указывают:

- a) наименование бетонной смеси;
- b) место проведения испытания;
- c) дату и время проведения испытания;
- d) подвижность испытываемой бетонной смеси;
- e) способ уплотнения;
- f) поправочный коэффициент заполнителя G , если он не равен 0;
- g) применяемый метод испытания (водяного столба или уравнивания давления);
- h) данные, относящиеся к отдельному испытанию, например отметка высоты над уровнем моря;
- i) установленное содержание воздуха с точностью до 0,1 %;
- j) отклонения от стандартного метода испытания;

к) лицо, проводившее испытание; информацию о соответствии метода проведения испытания настоящему стандарту, за исключением указания пункта j).

Протокол испытаний может содержать:

- l) температуру пробы бетонной смеси после повторного перемешивания;
- m) наблюдения за испытываемой пробой.

8 Точность метода

8.1 Метод водяного столба

Значения точности метода представлены в таблице 1. Их применяют для измерения содержания воздуха в бетонной смеси методом водяного столба, взятой из одной пробы, уплотненной вручную для получения результата испытаний при однократном определении содержания воздуха.

Таблица 1 — Данные точности измерения содержания воздуха

В процентах

Уровень	Условия повторяемости		Условия воспроизводимости	
	Sr	r	SR	R
5,6	0,16	0,4	0,45	1,3

Примечание 1 — Данные были определены как часть эксперимента в Великобритании в 1987 году по результатам нескольких испытаний, а затем установлены в BS 1881. В эксперименте были задействованы 16 операторов. Бетонные смеси изготавливали с использованием обычного портландцемента, песка долины р. Темзы и крупного заполнителя размером от 10 до 20 мм долины р. Темзы.

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

Примечание 3 — Результаты испытаний одной пробы, полученные в течение наименьшего допустимого промежутка времени двумя операторами, использующими различное 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 — Необходимую информацию, касающуюся точности, а также определения статистических терминов, см. ISO 5725.

8.2 Метод уравнивания давления

Для метода уравнивания давления значения точности не определены.

Приложение А (обязательное)

Поправочный коэффициент заполнителя — метод водяного столба

А.1 Общие положения

Поправочный коэффициент заполнителя зависит от вида заполнителя, и, хотя имеет достаточно постоянное значение, необходимо производить его периодическую проверку. Поправочный коэффициент заполнителя может быть определен только в результате испытания, так как он не зависит напрямую от водопоглощения частиц заполнителя.

А.2 Объем выборки заполнителя

Определяют поправочный коэффициент заполнителя при воздействии давлением на смешанную выборку крупного и мелкого заполнителей, взятых приблизительно в равных пропорциях с одинаковой влажностью, применяемых для бетонной смеси. Пробу заполнителей получают вымыванием цемента из пробы бетонной смеси, испытываемой на содержание воздуха, через сито 150 мкм или используя смешанную выборку мелкого и крупного заполнителей, аналогичную выборке, используемой для бетонной смеси. В последнем случае вычисляют массы мелкого m_f и крупного m_c заполнителей:

$$m_f = V_0 D_{pf},$$

$$m_c = V_0 D_{pc},$$

где p_f и p_c — пропорции мелкого и крупного заполнителей соответственно, выраженные в долях от массы общего количества бетонной смеси (заполнители, цемент и вода);

V_0 — объем емкости, м³ (см. С.3 (приложение С));

D — плотность испытываемой бетонной смеси, кг/м³; определяют в соответствии с EN 12350-6 или вычисляют из заданных пропорций и значений плотности материалов и номинального содержания воздуха.

А.3 Наполнение емкости

Частично наполняют емкость прибора водой, после чего вводят смешанную выборку заполнителей небольшими порциями. Это делают таким образом, чтобы захватить минимальное количество воздуха. При необходимости дополнительно добавляют воду для полного погружения заполнителя. После добавления каждой порции быстро удаляют пузырьки, после чего перемешивают заполнитель штыковкой и постукивают по емкости деревянным молотком для удаления захваченного воздуха.

А.4 Определение поправочного коэффициента заполнителя

Когда проба заполнителей помещена в емкость, начисто вытирают фланцы емкости и закрепляют крышку. Оборудование наполняют водой и слегка постукивают по стенкам емкости деревянным молотком для удаления воздуха, прилегающего к внутренним поверхностям оборудования. Из цилиндрического резервуара через малый клапан при открытом выпускном отверстии для воздуха сливают воду до нулевого уровня. Закрывают выпускное отверстие для воздуха и обеспечивают рабочее давление P при помощи воздушного насоса.

Снимают показание по стеклянной измерительной трубке h_1 , сбрасывают давление и снимают показание h_2 . Повторяют измерение еще раз, снимая показания h_3 и h_4 . Среднее арифметическое значение $(h_1 - h_2)$ и $(h_3 - h_4)$ принимают за поправочный коэффициент заполнителя G , если разница значений $(h_1 - h_2)$ и $(h_3 - h_4)$ не превышает 0,1 % содержания воздуха, в противном случае проводят дальнейшие испытания до получения стабильных результатов.

Приложение В (обязательное)

Поправочный коэффициент заполнителя — метод уравнивания давления

В.1 Общие положения

Поправочный коэффициент заполнителя зависит от вида заполнителя, и, хотя имеет достаточно постоянное значение, необходимо производить его периодическую проверку. Поправочный коэффициент заполнителя может быть определен только в результате испытания, так как он не зависит напрямую от водопоглощения частиц заполнителя.

В.2 Объем выборки заполнителя

Определяют поправочный коэффициент заполнителя при воздействии давлением на смешанную выборку крупного и мелкого заполнителей, взятых приблизительно в равных пропорциях, с одинаковой влажностью, применяемых для бетонной смеси. Пробу заполнителей получают вымыванием цемента из пробы бетонной смеси, испытываемой на содержание воздуха, через сито 150 мкм, или используя смешанную выборку мелкого и крупного заполнителей, аналогичную выборке, используемой для бетонной смеси. В последнем случае вычисляют массы мелкого m_f и крупного m_c заполнителей:

$$m_f = V_0 D_{pf},$$

$$m_c = V_0 D_{pc},$$

где p_f и p_c — пропорции мелкого и крупного заполнителей соответственно, выраженные в долях от массы общего количества бетонной смеси (заполнители, цемент и вода);

V_0 — объем емкости, м³ (см. D.3 (приложение D));

D — плотность испытываемой бетонной смеси, кг/м³; определяют в соответствии с EN 12350-6 или вычисляют из заданных пропорций и значений плотности материалов и номинального содержания воздуха.

В.3 Наполнение емкости

Частично наполняют емкость прибора водой, после чего вводят смешанную выборку заполнителей небольшими порциями. Это делают таким образом, чтобы захватить минимальное количество воздуха. При необходимости дополнительно добавляют воду для полного погружения заполнителя. После добавления каждой порции быстро удаляют пузырьки, для чего перемешивают заполнитель штыковкой и постукивают по емкости деревянным молотком для удаления захваченного воздуха.

В.4 Определение поправочного коэффициента заполнителя

Когда проба заполнителей помещена в емкость, начисто вытирают фланцы емкости и сборной крышки и герметично закрепляют крышку. Закрывают главный воздушный клапан и открывают клапаны А и В. Шприцем через клапан А или В подают воду до появления ее из другого клапана. Слегка постукивают по оборудованию деревянным молотком до вытеснения захваченного воздуха из клапана. Из емкости удаляют объем воды, приблизительно равный объему воздуха, который бы содержался в образце бетонной смеси размером, равным объему емкости. Воду из прибора удаляют способом, установленным в D.4 (приложение D) для поверочных испытаний. Испытание завершают, используя метод, установленный в 5.2.5.

Поправочный коэффициент заполнителя G принимают равным показанию шкалы содержания воздуха за вычетом объема воды, удаленной из емкости, в процентах от объема емкости.

Приложение С (обязательное)

Градуировка оборудования — метод водяного столба

С.1 Общие положения

С.1.1 Поверочные испытания, установленные в С.3 – С.6, проводят во время первоначальной градуировки шкалы оборудования и при необходимости проверки объема градуированного цилиндра или емкости. Поверочные испытания согласно С.7 и С.8 проводят при необходимости проверки манометра и установки соответствующего давления P . Повторную градуировку оборудования производят при изменении места его использования по высоте от места последней градуировки более чем на 200 м.

С.2 Оборудование

С.2.1 Градуированный цилиндр из латуни или другого твердого коррозионностойкого металла, объемом около 0,3 л. Ободок цилиндра обрабатывают под прямым углом к оси цилиндра до получения гладкой поверхности.

С.2.2 Держатель для градуированного цилиндра, изготовленный из коррозионностойкого материала и позволяющий воде свободно втекать в цилиндр и вытекать из цилиндра в перевернутом положении.

С.2.3 Пружина или ее эквивалент, изготовленная из коррозионностойкого материала и используемая для фиксации цилиндра.

С.2.4 Прозрачные плиты, одну из которых используют в качестве крышки для градуированного цилиндра, другую — в качестве крышки для емкости.

С.2.5 Весы с пределом взвешивания 1 кг, с погрешностью не более $\pm 0,5$ г и весы с пределом взвешивания до 20 кг, с погрешностью ± 5 г в пределах значений, используемых в испытании.

С.3 Объем градуированного цилиндра

Используя весы с пределом взвешивания 1 кг, определяют объем градуированного цилиндра посредством измерения массы воды, необходимой для его наполнения. Для этой цели наполняют взвешенный цилиндр водой при температуре окружающей среды от 15 °С до 25 °С и осторожно накрывают его предварительно взвешенной прозрачной плитой, проверяя отсутствие под плитой пузырьков воздуха; избыток воды должен быть удален до взвешивания. Повторяя данную последовательность действий, производят трехкратное взвешивание накрытого цилиндра, наполненного водой. Вычисляют среднюю массу воды m_1 , содержащуюся в наполненном цилиндре, и регистрируют ее с точностью до 0,5 г.

С.4 Объем емкости

Используя весы с пределом взвешивания 20 кг, определяют объем емкости посредством измерения массы воды, необходимой для его заполнения. Для этой цели на фланец емкости наносят тонкий слой смазки и после взвешивания пустой емкости наполняют емкость водой при температуре окружающей среды от 15 °С до 25 °С. Посредством скольжения взвешенной прозрачной плиты по верхней части емкости создают водонепроницаемое соединение, проверяя отсутствие под плитой пузырьков воздуха; избыток воды должен быть удален до взвешивания. Повторяя данную последовательность действий, производят трехкратное взвешивание накрытого цилиндра, наполненного водой. Вычисляют среднюю массу воды m_2 , содержащейся в наполненном цилиндре, и регистрируют ее с точностью до 5 г.

С.5 Постоянное значение давления расширения e

Определяют постоянное значение давления расширения посредством наполнения прибора водой, проверяя, что весь захваченный воздух удален и уровень воды находится точно на нулевой отметке, посредством воздействия давлением 100 кПа. Уровень водяного столба, соответствующий процентному содержанию воздуха, является постоянным значением давления расширения e для данного прибора.

Примечание — Давление воздуха, действующее в процессе данной процедуры, должно соответствовать требуемому рабочему давлению P , установленному в С.8. Однако, так как значение e необходимо для определения P посредством калибровочной постоянной K , существует логически замкнутый цикл действий. Практически изменение e вследствие изменения P является достаточно незначительным, и его не учитывают. Так как P обычно составляет около 100 кПа, это значение устанавливают для упрощения процедуры. Использование данного значения приведет к получению значения e , которое является достаточно точным для испытания.

С.6 Калибровочная постоянная K

Калибровочная постоянная соответствует показанию шкалы содержания воздуха, снимаемому в процессе обычной процедуры градуировки и необходимому для получения давления, требуемого для нанесения делений на шкалу содержания воздуха, соответствующая непосредственно процентному содержанию воздуха, вводимого в емкость посредством градуированного цилиндра, когда емкость наполнена водой.

Калибровочную постоянную K , как правило, вычисляют по формуле

$$K = 0,98R + e,$$

где e — постоянное значение давления расширения (см. С.5);

R — процентное соотношение объема градуированного цилиндра относительно объема емкости; вычисляют по формуле

$$R = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100 \%,$$

здесь m_1 — объем градуированного цилиндра (см. С.3);

m_2 — объем емкости (см. С.4).

Примечание — Коэффициент 0,98 используют для корректировки уменьшения объема воздуха в градуированной емкости, когда его сжимают водой, высота которой равна высоте емкости. Данный коэффициент составляет приблизительно 0,98 для емкости высотой 200 мм, находящейся на уровне моря. Данное значение уменьшается приблизительно до 0,975 при высоте 1500 м над уровнем моря и до 0,970 — при высоте 4000 м над уровнем моря. Данное значение постоянной уменьшается приблизительно на 0,01 на каждые 100 мм увеличения высоты емкости. Следовательно, при нормальных рабочих условиях значение $0,98R$ соответствует рабочему объему градуированной емкости, выраженному в процентах.

С.7 Необходимое рабочее давление

Держатель для градуированного цилиндра помещают в центре на дно чистой емкости и на держатель помещают цилиндр открытой частью вниз. На цилиндр помещают спиральную пружину и острожно закрепляют крышку.

Прибор наполняют водой до уровня, находящегося на нулевой отметке шкалы содержания воздуха. При этом температура воды должна соответствовать температуре окружающей среды. Закрывают выпускное отверстие для воздуха и создают рабочее давление, приблизительно равное 100 кПа. Слегка постукивают по стенкам деревянным молотком для удаления захваченного воздуха и постепенно уменьшают давление, открывая отверстие. Уровень воды доводят до нулевой отметки путем сливания воды через малый клапан конусообразной крышки и закрывают выпускное отверстие для воздуха. С помощью насоса создают давление до уравнивания показания уровня воды и калибровочной постоянной K (см. С.6). Регистрируют давление P , соответствующее показанию манометра. Постепенно уменьшают давление, открывая отверстие, до достижения нулевого давления. Если уровень воды возвращается к показанию ниже 0,05 % содержания воздуха, давление P принимают в качестве рабочего давления. Если уровень воды не возвращается к показанию ниже 0,05 % содержания воздуха, оборудование проверяют на утечку и повторяют испытание.

С.8 Переменное рабочее давление

При определении содержания воздуха данным прибором диапазон значений может быть расширен путем определения соответствующего рабочего давления, например если удвоить диапазон альтернативного рабочего давления P_1 , т. е. половина показания калибровочной постоянной K (см. С.6).

Точная градуировка требует определения величины постоянного значения давления расширения e (см. С.5) для уменьшенного рабочего давления; так как изменением постоянного значения давления расширения обычно можно пренебречь, переменное рабочее давление можно определить в процессе определения необходимого рабочего давления (см. С.7).

Приложение D (обязательное)

Градуировка оборудования — метод уравнивания давления

D.1 Общие положения

D.1.1 Поверочное испытание согласно D.4 проводят при необходимости калибровки циферблата манометра, указывающего давление воздуха.

Примечание — При изменении высоты места применения или изменении атмосферного давления повторная градуировка оборудования не требуется.

D.2 Оборудование

D.2.1 Градуированный цилиндр из латуни или другого твердого коррозионностойкого металла объемом около 0,3 л, который может составлять одно целое со сборной крышкой.

D.2.2 Прозрачная плита, подходящая для использования в качестве крышки для емкости.

D.2.3 Весы с пределом взвешивания 1 кг, с погрешностью не более $\pm 0,5$ г и весы с пределом взвешивания 20 кг, с погрешностью взвешивания ± 5 г в пределах значений, используемых в испытании.

D.3 Объем емкости

Объем емкости устанавливают посредством определения массы воды m_2 (см. С.4 (приложение С)), необходимой для ее наполнения.

На фланец емкости наносят тонкий слой смазки для создания водонепроницаемого соединения между прозрачной плитой и верхней частью емкости. Наполняют емкость водой, накрывают ее прозрачной плитой для устранения выпуклого мениска. Температура воды должна соответствовать температуре окружающей среды. Удаляют излишки воды и определяют массу емкости, наполненной водой, путем взвешивания на весах.

D.4 Калибровка манометра

Ввинчивают удлинительную трубку (см. рисунок 2) в резьбовое отверстие, расположенное под клапаном А на нижней стороне сборной крышки, и закрепляют крышку, проверяя надежность герметичного уплотнения между крышкой и емкостью. Закрывают главный воздушный клапан и открывают клапаны А и В. Добавляют воду через клапан А до вытеснения захваченного воздуха через клапан В. Накачивают воздух в воздушную камеру, пока давление не достигнет установленного показателя начального давления. Несколько секунд охлаждают сжатый воздух до температуры окружающей среды, после чего стабилизируют стрелку манометра на показании начального давления посредством дальнейшего накачивания или выпуска воздуха по мере необходимости. На протяжении данного процесса слегка постукивают по объемомеру и закрывают клапан В.

Переливают воду из оборудования в градуированную емкость в количестве, достаточном для полного ее наполнения, или до заданного уровня, отмеченного на ней, после чего определяют массу перемещенной воды m_3 путем взвешивания на весах.

В зависимости от конструкции определенного прибора контролируют поток воды, открывая клапан А и используя выпускной воздушный клапан для управления потоком, или открывая главный воздушный клапан и используя клапан А для управления потоком. Сбрасывают давление в емкости путем открытия клапана В (если в приборе использована вспомогательная трубка для наполнения градуированного цилиндра, открывают клапан А таким образом, чтобы трубка отводила воду в емкость, или, в качестве альтернативы, если градуированная трубка является неотъемлемой частью сборной крышки, закрывают клапан А сразу после наполнения градуированной емкости и оставляют ее закрытой до завершения испытания). Объем воздуха в емкости равен объему вытесненной воды; закрывают все клапаны, накачивают воздух в воздушную камеру, пока давление не достигнет установленного значения показателя начального давления, затем открывают главный воздушный клапан. Содержание воздуха, определенное с помощью манометра, соответствует процентному содержанию воздуха A_1 в емкости, где $A_1 = m_3/m_2 \cdot 100$ %. Если в результате двух или более определенных получают одинаковое отклонение от соответствующего содержания воздуха, возвращают стрелку манометра в положение, соответствующее содержанию воздуха, и повторяют испытание до тех пор, пока отклонения показаний манометра не будут соответствовать калиброванному содержанию воздуха с точностью 0,1 %.

Приложение Д.А
(справочное)

**Сведения о соответствии государственных стандартов
ссылочным европейским стандартам**

Таблица Д.А.1

Обозначение и наименование ссылочного европейского стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование государственного стандарта
EN 12350-1:2009 Методы испытаний бетонной смеси. Часть 1. Отбор проб	IDT	СТБ EN 12350-1-2012 Методы испытаний бетонной смеси. Часть 1. Отбор проб
EN 12350-6:2009 Методы испытаний бетонной смеси. Часть 6. Определение плотности	IDT	СТБ EN 12350-6-2012 Методы испытаний бетонной смеси. Часть 6. Определение плотности