

**Европейский Комитет по Стандартам – CEN**

**ЕВРОПЕЙСКИЙ СТАНДАРТ**

**EN 206-1**  
**Декабрь, 2000**

**БЕТОН**  
**Часть 1:**

**Общие технические требования,  
Производство и контроль качества**

Перевод с английского  
Канд. тех. наук Ю.С. ВОЛКОВА

**Брюссель, 2000**

## **Европейский комитет по стандартизации – CEN**

### **ЕВРОСТАНДАРТ EN 206-1**

#### **Бетон – Часть 1: общие технологические требования, производство и контроль качества**

Настоящий стандарт был одобрен CEN 12.05.2000г. Члены CEN обязаны создать условия для применения в своих странах стандартов CEN без каких либо изменений, как национальных стандартов. CEN издает стандарты на трех официальных языках: английском, немецком и французском.

Члены CEN могут перевести стандарты CEN на свой язык с уведомлением об этом национального органа по стандартизации. В этом случае перевод получает статус официального издания.

Членами CEN являются национальные органы по стандартизации следующих стран: Австрии, Бельгии, Чехии, Дании, Финляндии, Франции, Германии, Греции, Исландии, Ирландии, Италии, Люксембурга, Нидерландов, Норвегии, Испании, Швеции, Швейцарии, Великобритании.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Предисловие .....	5
Евростандарт EN 206-1 «Бетоны» и соотношение с сопутствующими Евростандартами — схема .....	6
1. Общие положения .....	7
2. Ссылки на документы .....	8
3. Термины, определения и символы.....	10
4. Классификация .....	14
5. Технические требования к бетону .....	19
6. Требования к бетону для изготовителя.....	30
7. Поставка бетонной смеси .....	33
8. Контроль и критерии соответствия заданным требованиям .....	35
9. Производственный контроль.....	41
10. Оценка соответствия заданным требованиям.....	50
11. Обозначения для бетона заданного качества.....	50
Приложение А - Предварительные подборы составов бетона .....	51
Приложение В - Проверка принадлежности бетона заявленному классу по прочности на сжатие .....	53
Приложение С - Положения по и сертификации системы производственного контроля .....	55
Приложение D - Библиография .....	58
Приложение Е - Указания по применению концепции эквивалентных характеристик бетона.....	59
Приложение F - Рекомендации по граничным значениям характеристик состава бетона в зависимости от классов сред эксплуатации .....	60
Приложением — Требования по точности дозирочного оборудования для приготовления бетонной смеси.....	62
Приложение Н — Дополнительные требования при производстве высокопрочного бетона .....	64
Приложение J - Подбор составов бетона на основе количественных критериев оценки долговечности реальных сооружений.....	66
Приложение К — Концепция «семейства» бетонов.....	68

## Введение

Настоящий стандарт применяется в европейских странах с различными климатическими и географическими условиями, различными традициями и опытом строительства.

Эти обстоятельства следует учитывать при выборе характеристик бетона в зависимости от сред эксплуатации. Там, где это невозможно, главы стандарта содержат разрешение на применение национальных территориальных норм.

В процессе разработки настоящего стандарта были рассмотрены возможное включения в него положений, касающихся обеспечения долговечности бетона на бадаанных поведения железобетонных конструкций в процессе эксплуатации. Однако, комитетом CEN/NC 104 было признано, что этот подход пока еще достаточно не разработан, чтобы быть приведенным в стандарте в виде конкретных рекомендаций. Было, в то же время, признано, что в ряде стран имеются значимые достижения с учетом местных условий эксплуатации. Поэтому предполагается продолжение исследований и накопление данных в этом направлении, имея в виду, в перспективе, обобщение результатов и формулирование рекомендаций на уровне стандарта.

Настоящий стандарт включает рекомендации по применению составляющих бетон материалов, на которые имеются соответствующие европейские стандарты. Применение попутных продуктов промышленного производства, рециклированных материалов и т.д., пока регулируется национальными стандартами и в настоящий стандарт не включены.

Настоящий стандарт содержит указания для проектировщика, изготовителя и подрядчика (заказчика) бетона. Проектировщик несет ответственность за правильное назначение требований к бетону (глава 6), изготовитель несет ответственность за выполнение этих требований на стадии производства и контроля, подрядчик несет ответственность за надлежащее выполнение бетонных работ на стройплощадке (главы 8 и 9).

На практике это может быть несколько различных организаций, формулирующих требования на различных стадиях проектирования и реализации проекта, например, владелец объекта, проектировщик, подрядчик, субподрядчик и т.д. Каждый ответственен за грамотное формулирование требований для изготовителя бетона.

В терминах настоящего стандарта это называется *specification* — технические условия, технические требования. Проектировщик, изготовитель и подрядчик могут быть одним лицом (например, компания, которая осуществляет и проектирование и строительство). В этом случае требования к бетону для изготовителя задает покупатель.

Стандарт предусматривает необходимость обмена информацией между различными сторонами.

Стандарт не содержит указаний на какую-то юридическую ответственность, вся ответственность, которая стандартом имеется в виду — это техническая ответственность.

## Предисловие

Евростандарт EN 206- 1 подготовлен техническим комитетом CEN ТК 104 (подкомитет SC1), секретариат которого ведет DIN.

В настоящей редакции стандарта по сравнению с редакцией 1990 года были уточнены и пересмотрены следующие разделы:

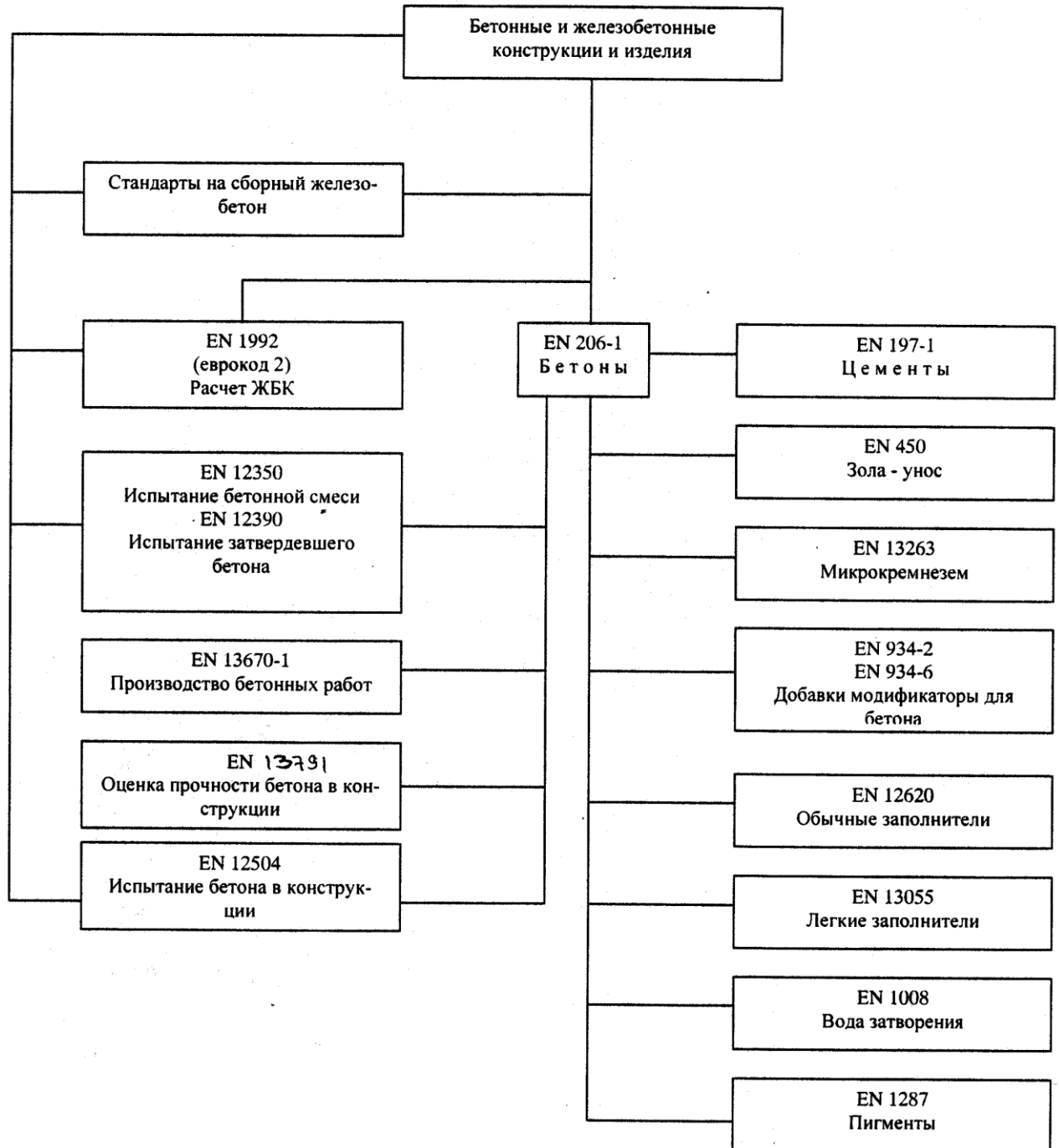
- более подробно классифицированы требования к бетонам в зависимости от сред эксплуатации;
- увеличено число классов бетона;
- записаны требования по обеспечению долговечности;
- записаны позиции по необходимости охраны окружающей среды;
- выделены классы по прочности легкого бетона;
- уточнены понятия «вода-цементное отношение» и «содержание цемента» при наличии минеральных добавок;
- уточнены понятия технической ответственности между лицом, формирующим требования к бетону ( это может быть проектировщик или заказчик), изготовителем бетон ной смеси и производителем работ;
- пересмотрены требования по точности весовых дозаторов;
- пересмотрены требования по уходу за уложенным бетоном;
- обговорены процедуры испытаний на соответствие требованиям стандартов;
- уточнены критерии соответствия.

Требования, касающиеся производства работ перенесены в стандарт EN 13670-1.

Стандартом EN 206-1 следует пользоваться совместно со стандартами на составляющие материалы и методы их испытаний.

На схеме показано соотношение между основными евростандартами на железобетонные конструкции, бетон и составляющие материалы.

**ЕВРОСТАНДАРТ EN 206-1 «БЕТОНЫ»  
И СООТНОШЕНИЕ С СОПУЩЕСТВУЮЩИМИ ЕВРОСТАНДАРТАМИ**



# ЕВРОСТАНДАРТ EN 206-1 «БЕТОНЫ»

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Стандарт содержит требования к готовым смесям, приготовляемым на стройплощадке, на заводах товарного бетона и на заводах сборного железобетона и предназначенным для изготовления монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций, в том числе с предварительным натяжением арматуры.

Данный Евростандарт содержит специальные требования по следующим разделам:

- составляющие бетонной смеси;
- свойства бетонной смеси и затвердевшего бетона;
- ограничения по составу бетона;
- спецификация бетонов;
- доставка товарного бетона;
- производственный контроль;
- критерий соответствия и процедуры оценки.

Стандарт регламентирует требования только к бетону, включая обычный бетон, особо тяжелый бетон, легкий бетон, приготовленный без воздухововлечения и газообразования.

Стандарты на некоторые технологии производства бетонных работ, например, производство сборного железобетона, могут содержать дополнительные положения.

Помимо требований, содержащихся в данном стандарте, в отдельных документах могут быть дополнительно изложены требования к бетонам:

- предназначенным для строительства ответственных транспортных объектов, высоких плотин, напорных резервуаров, корпусов реакторов АЭС, морских платформ, а также дорог;
- содержащим нестандартные компоненты (волокна, нетрадиционные заполнители и добавки);
- предназначенным для специальных технологий (например, торкрет-бетон);
- на мелких заполнителях, 4мм и менее;
- для возведения хранилищ для жидких или газообразных отходов;
- бетонов для возведения сосудов для хранения опасных веществ;
- сухих смесей.

Примечания: Во всех случаях до готовности евростандартов следует пользоваться соответствующими национальными стандартами. Кроме того, данный стандарт не приемлем к бетону:

- с пенообразующими добавками и искусственным воздухововлечением;
- крупнопористому (без мелкого заполнителя);
- плотностью менее 800 кг/м<sup>3</sup>;
- жаростойкому.

## 2. ССЫЛКИ НА ДОКУМЕНТЫ

Этот раздел стандарта содержит ссылки на документы и литературу, использованные при подготовке стандарта.

Данный стандарт EN 206-1 имеет ссылки на готовые стандарты, имеющие год введения и не имеющие такового, а также некоторые другие публикации. Ссылки имеются соответствующих местах стандарта. Полный перечень документов, на которые имеют ссылки, даны ниже.

EN 196-2

Методы испытания цементов. Часть 2: химический анализ.

EN 197-1

Цементы, составы, спецификации и критерии соответствия.  
Часть 1. Общестроительные цементы.

EN 450

Зола-унос для бетона. Определение, требования, контроль качества.

EN 933-1

Испытание заполнителей на гранулометрию.  
Часть 1. Определение размера частиц, метод отсева на ситах.

EN 934-2

Добавки для растворов и бетонов.  
Часть 2. Добавки для бетонов, определения, спецификации и критерии соответствия.

EN 1008

Вода затворения. Спецификация и методы испытания.

EN 1097-6

Испытания механических и физических характеристик заполнителя.  
Часть 3. Определение насыпной плотности.  
Часть 6. Определение плотности в частицах и водопоглощения.

EN 12350

Испытания бетонной смеси.  
Часть 1. Отбор проб.  
Часть 2. Испытание ОК.  
Часть 3. Испытание по Вебе.  
Часть 4. Определение степени уплотнения.  
Часть 5. Испытание на текучесть.  
Часть 6. Определение плотности.  
Часть 7. Определение содержания воздуха. Компрессионный метод прессования.

EN 12390

Испытание затвердевшего бетона.  
Часть 1. Вид, размеры и другие требования к опытным образцам и формам для их изготовления.  
Часть 2. Изготовление и хранение образцов для испытания на прочность.  
Часть 3. Определение прочности на сжатие.  
Часть 5. Определение прочности на растяжение на изгибе.

Часть 6. Испытания на растяжение при раскалывании.  
Часть 7. Определение плотности затвердевшего бетона.  
Часть 8. Определение водонепроницаемости бетона.

EN 12620  
Заполнители для бетона.

EN 12878  
Пигменты на основе цемента и извести.  
Спецификация и методы испытаний.

EN 13055  
Легкие заполнители для раствора и бетона.

EN 13263  
Микрокремнезем. Определение, требования и контроль качества.

EN 13577  
Качество воды. Определение содержания агрессивного диоксида углерода.

EN 45501  
Метрология неавтоматического весового оборудования.

ISO 2859:1989  
Процедура отбора проб на требуемый уровень качества.

ISO 3951: 1989  
Процедура отбора проб и схема оценки по проценту несоответствия.

ISO 4316  
Поверхностно активные вещества (ПАВ). Определение показателя рН потенциометрическим методом.

ISO 7150-1,2  
Качество воды. Определение содержания аммония.  
Часть 1,2. Спектрометрические методы.

ISO 7980  
Качество воды. Определение содержания кальция и магниевых солей.  
Атомный абсорбционный спектрометрический метод.

DIN 4030-2  
Оценка агрессивности воды, почвы и газов по их агрессивности по отношению к бетону.  
Часть 2. Отбор проб воды и почвы.

ASTM C 173  
Определение содержания воздуха в бетонной смеси. Объемный метод.

OILM R 117  
Измерительные системы для жидкостей.

### 3. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СИМВОЛЫ

#### 3.1. Термины

**3.1.1. Бетон:** материал, получаемый путем смешивания вяжущего, крупного и мелкого заполнителя и воды, различных добавок, структура которого, определяющая его свойства формируется вследствие процесса гидратации вяжущего.

**3.1.2. Бетонная смесь:** бетон, находящийся в пластичном состоянии, перемешивание компонентов которого, однако, закончено. Смесь может быть уплотнена тем или иным методом.

**3.1.3. Затвердевший бетон:** бетон в камневидном состоянии, имеющий определенную механическую прочность.

**3.1.4. Бетон, приготовленный на стройплощадке:** бетон, дозировка и перемешивание составляющих которого выполняется самим производителем работ.

**3.1.5. Товарный бетон:** бетон, приготовленный в стационарах или мобильных смесителях и транспортируемый в пластичном состоянии к месту применения (к потребителю)

**3.1.6. Сборный бетон и железобетон:** изделия или конструкции, изготавливаемые на заводах или полигонах и далее транспортируемые к месту монтажа или установки.

**3.1.7. Обычный бетон:** бетон, имеющий плотность в сухом состоянии в пределах 2000...2600 кг/м<sup>3</sup>.

**3.1.8 Легкий бетон:** бетон, имеющий плотность в сухом состоянии в пределах 800...2000 кг/м<sup>3</sup>. Приготавливается с использованием легких заполнителей полностью или частично.

**3.1.9 Тяжелый бетон:** бетон с плотностью в сухом состоянии выше, чем 2600 кг/м<sup>3</sup>

**3.1.10 Высокопрочный бетон:** обычный бетон класса по прочности C50/60 и выше или легкий класса LC 50/55 и выше.

**3.1.11 Бетон заданного качества:** бетон, требуемые характеристики которого задаются потребителем, при этом изготовитель бетона несет ответственность за обеспечение этих требований

**3.1.12 Бетона заданного состава:** бетон, состав которого начитается потребителем, при этом изготовитель несет ответственность за соблюдение этого состава, но не несет ответственности за обеспечение

**3.1.13. Стандартный бетон:** бетон заданного состава, который определен стандартом (производственными нормами), действующим в месте применения бетона.

**3.1.14. Семейство бетонов:** группа бетонов, для состава которых установлены и задокументированы достоверные зависимости между соответствующими характеристиками (например, между Ц/В и прочностью), и которые приготавливаются с использованием цемента одного вида (типа) и класса, прочности (активности) от одного производителя и заполнителей одного вида и геологического происхождения (дробленого или недробленого).

**3.1.15. Один кубометр бетона:** количество свежеприготовленного бетона, который после уплотнения по технологии в соответствии с требованиями стандарта EN12350-6 занимает объем  $1 \text{ м}^3$

**3.1.16. Автобетоносмеситель:** смесительное оборудование, смонтированное на самоходном шасси, позволяющее обеспечить тщательное перемешивание и поддержание однородного состояния бетонной смеси на период транспортировки.

**3.1.17. Возбудитель:** устройство, смонтированное в емкость на самоходном шасси, позволяющее поддерживать бетонную смесь в однородном состоянии на период транспортировки.

**3.1.18. Автобетоновоз:** транспортное средство, используемое для перевозки бетонной смеси в емкости без ее возбуждения или перемешивания во время движения.

**3.1.19. Замес:** количество свежеприготовленного бетона, перемешанного за один операционный цикл для смесителей циклического действия.

**3.1.20. Загрузки:** количество бетона перемешанного и перевезенного автобетоносмесителем за одну езду (обычно это один или несколько замесов).

**3.1.21. Доставка:** процесс транспортировки бетонной смеси от производителя к заказчику или потребителю.

**3.1.22. Добавка химическая:** вещество, вводимое в состав бетона в процессе перемешивания смеси в небольшом количестве (относительно массы цемента) для изменения свойств бетона в пластичном или затвердевшем состоянии.

**3.1.23. Добавка минеральная:** дисперсный неорганический материал, вводимый в бетон для улучшения его характеристик или получения специального качества.

Применяются два вида минеральных добавок:

- инертные (или почти инертные) — тип I;

- пуццолановые или с замедленной реакцией гидратации (активные добавки) — тип II.

**3.1.24 Заполнитель:** материал, состоящий из отдельных частиц природного и искусственного происхождения (дробленных и недробленных), минеральный состав которого позволяет его применение в бетоне.

**3.1.25 Плотный заполнитель:** заполнитель из материала со средней плотностью в куску в пределах  $2000 \dots 3000 \text{ кг/м}^3$ , определенный по EN 1097-6.

**3.1.26. Легкий заполнитель:** заполнитель из материала, имеющего плотность в куске определенную по EN 1097-6, ниже  $2000 \text{ кг/м}^3$ , или насыпную плотность  $\leq 1250 \text{ кг/м}^3$  по EN 1097-3.

**3.1.27. Тяжелый заполнитель:** заполнитель с плотностью выше  $3000 \text{ кг/м}^3$ , по EN 1097-6.

**3.1.28. Цемент (гидравлическое вяжущее):** тонкодисперсный неорганический материал, который при затворении с водой образует тесто, которое схватывается и твердеет вследствие реакций гидратации и после затвердения сохраняет свою прочность и стабильность в атмосфере и под водой.

**3.1.29. Общее количество воды** — это сумма: воды, добавляемой при затворении смеси; воды, содержащейся в заполнителе (в порах и адсорбированной на поверхности); воды, вводимой вместе с добавками (модификаторами и минеральными, если они применяются в виде раствора или суспензии); воды, вводимой в бетон со льдом (иногда применяется для охлаждения смеси и снижения экзотермии) или при пропаривании.

**3.1.30. Эффективное содержание воды:** разница между общим количеством воды в свежеприготовленном бетоне и количество воды, поглощенной заполнителем (на единицу объема).

**3.1.31. Водо-цементное отношение:** отношение эффективного количества воды к массе цемента в свежеприготовленном бетоне.

**3.1.32. Характеристическая (нормативная) прочность:** значение прочности бетона с обеспеченностью 0,95 от всех результатов определений прочности для данного класса.

**3.1.33. Вовлеченный воздух:** микроскопические пузырьки воздуха, искусственно вводимые в бетон в процессе перемешивания, обычно с использованием поверхностно активных веществ; размер пузырьков колеблется от 10 до 300 мк в диаметре.

**3.1.34. Захваченный воздух:** воздух, образующий поры в бетоне в результате механического перемешивания смеси.

**3.1.35. Строительная площадка:** место, где ведутся строительные работы.

**3.1.36. Технические условия:** окончательный документ, выданный производителю и содержащий требования по обеспечению эксплуатационных характеристик бетона или его состава.

**3.1.37. Проектировщик:** лицо или организация, формирующие требования к бетонной смеси или затвердевшему бетону.

**3.1.38. Поставщик:** лицо или организация, поставляющая товарный бетон на основании контракта.

**3.1.39. Изготовитель:** лицо или организация, занятая производством товарного бетона.

**3.1.40. Потребитель:** лицо или организация, ведущая работы на стройплощадке с применением товарного бетона.

**3.1.41. Срок эксплуатации:** период, в течении которого качество бетона в конструкции отвечает проектным требованиям при выполнении правил эксплуатации здания или сооружения.

**3.1.42. Первичные подборы и испытания:** разработка и испытание серии составов бетона в пластичном и затвердевшем состоянии до применения бетона в реальной конструкции или объекте с целью определения производственных составов, обеспечивающих выполнение проектных требований к бетону здания или сооружения.

**3.1.43. Испытание на соответствие:** выполняемые производителем для оценки соответствия характеристик бетона заданным требованиям.

**3.1.44. Оценка соответствия:** систематическая проверка допустимости отклонений в производственном процессе и готовой продукции для оценке соответствия заданным требованиям.

**3.1.45. Аудиторские испытания:** испытания, выполняемые под ответственность органа по сертификации с целью проверки достоверности данных производственного контроля.

**3.1.46. Воздействие окружающей среды:** не силовое воздействие на бетон в конструкции или сооружении, вызванное атмосферными или иными проявлениями, приводящие к изменению структуры бетона или состояния арматуры.

**3.1.47. Проверка:** изучение и анализ данных с целью подтверждения выполнения заданных требований.

### **3.2 Символы и обозначения:**

ОХ - условный класс среды эксплуатации при отсутствии риска коррозионных воздействий на бетон и арматуру;

ХС - то же, при наличии опасности карбонизации;

ХD - то же, при действии хлоридов, содержащихся в атмосфере и сточных водах;

ХS - то же, при действии хлоридов, содержащихся в морской воде;

ХF - то же, при действии замораживания — оттаивания;

ХА - то же, при действии химических агентов;

SI до S5- обозначение марок бетонной смеси по осадке конуса.

V0 до V4 – то же, при испытании по Вебе.

C0 до C3 – то же, по степени уплотнения;

F1 до F6 – то же, по расплыву смеси;

C.../C... - обозначение по прочности обычного бетона;

LC.../... - то же, легкого бетона;

$f_{ck,cyl}$  - характеристическая (нормативная) прочность при испытании на сжатие цилиндрических образцов;

$f_{ck,cyl}$  - то же, но расчетная;

$f_{ck,cube}$  - характеристическая (нормативная) прочность при испытании на сжатие образцов- кубов;

$f_{cm}$  - то же, но расчетная;

$f_{cm}$  – то же, но в возрасте  $j$  суток;

$f_{ci}$  - частный (индивидуальный) результат испытания на прочность при сжатии;

$f_{tk}$  - характеристическая (нормативная) прочность бетона при испытании на растяжение при раскалывании;

$f_{tm}$  - среднее значение прочности при испытании на растяжение при раскалывании;

$f_{ti}$  - то же, но частный результат;

D - класс легкого бетона по плотности;

$D_{max}$  - максимальный номинальный размер крупного заполнителя;

CEM - обозначение класса цемента по стандарту серии EN 197;

$\sigma$  - стандартное отклонение (определяемое обработкой не менее 35 результатов испытаний);

$s_{15}$  - стандартное отклонение (определяемое обработкой не менее 15 результатов испытаний);

AQL - допустимый качественный уровень (acceptance quality level) по стандарту ИСО (ISO) 2859-1.

## **4. Классификация**

### **4.1 Классы сред эксплуатации**

Под средами эксплуатации понимается сумма химических, физических и механических воздействий, которым подвергается бетон в процессе эксплуатации и которые не учитываются в проекте в зависимости от места расположения здания или сооружения и ожидаемых воздействий.

Агрессивность сред оценивается по классам. Классы сред с подразделением на индексы по возрастанию агрессивности указаны в таблице 1.

Характер воздействия в зависимости от класса среды оценивается по возрастающей степени.

Бетон может быть подвержен агрессивным воздействиям в комбинации сред, перечисленных в таблице 1. Приведенная классификация не исключает применение агрессивных воздействий на бетон в каких-либо средах, что должно быть оговорено в проекте и которые потребуют особых мер защиты бетона и арматуры, например, использование нержавеющей стали или специальных защитных покрытий.

При одновременном воздействии агрессивных сред различных по индексам, но одного класса, применяются требования, относящиеся к среде с более высокими показателями агрессивности, если проектировщик не укажет иначе.

## Среды эксплуатации

Таблица 1

Индекс	Среда эксплуатации	Примеры
1	2	3
<b>1. Среда без признаков агрессии</b>		
ХО	Для бетона без арматуры и закладных деталей: все среды кроме воздействия замораживания-оттаивания, истирания или химической агрессии. Для железобетона: очень сухая	Внутри сухих помещений
<b>2. Коррозия вследствие карбонизации</b>		
XC1	Постоянно сухая или постоянно сырая среда эксплуатации	Внутри помещений с низкой влажностью. Бетон постоянно под водой
XC2	Влажная, иногда сухая	Бетонная поверхность подвергается длительному увлажнению. Большинство фундаментов
XC3	Умеренно влажная (влажные помещения, влажный климат)	Бетон внутри помещений с умеренной влажностью. Бетон на открытом воздухе, но защищен от дождя.
XC4	Попеременное увлажнение и высушивание	Бетонная поверхность периодически имеет контакт с водой
<b>3. Коррозия вследствие действия хлоридов (кроме морской воды)</b>		
В случае, когда бетон, содержащий стальную арматуру или закладные детали, подвергается действию хлоридов, включая соли, применяемые как антиобледенители, агрессивная среда классифицируется по следующим показателям:		
XD1	Умеренная влажность	Бетон подвергается воздействию аэрозолей, содержащих хлориды
XD2	Влажная, иногда сухая	Плавательные бассейны. Бетон подвергается действию промышленных вод, содержащих хлориды
XD3	Попеременное увлажнение и высушивание	Покрытие дорог, тротуаров, мостов
<b>4. Коррозия, вызванная действием морской воды</b>		
В случае, когда бетон, содержащий стальную арматуру или закладные детали, подвергается действию морской воды или аэрозолей морской воды, агрессивная среда классифицируется по следующим показателям:		
XS1	Воздействие солей, но без прямого контакта с морской водой	Береговые сооружения
XS2	Постоянно находящийся в воде	Фундаменты морских сооружений
XS3	Приливная зона, действие соленых брызг, волн	Части морских сооружений в зоне переменного уровня воды

**Примечание:** классификацию морской воды по химической агрессии следует принимать по территориальным строительным нормам в зависимости от географического региона

#### 5. Коррозия, вызванная попеременным замораживанием и оттаиванием

При действии попеременного замораживания и оттаивания агрессивная среда классифицируется по следующим признакам:

XF1	Умеренное водонасыщение без антиобледенителей	Вертикальные поверхности зданий и сооружений при действии дождя и мороза
XF2	Умеренное водонасыщение с применением антиобледенителей	Вертикальные поверхности транспортных сооружений
XF3	Сильное водонасыщение без антиобледенителей	Горизонтальные поверхности дорог и других сооружений при действии дождя и мороза
XF4	Сильное водонасыщение (в том числе морской водой) с применением антиобледенителей	Горизонтальные поверхности дорог и мостов, ступени наружных лестниц и др. Зона переменного уровня для морских сооружений при действии мороза

#### 6. Химическая агрессия

При действии химических агентов из почвы, грунтовых вод, как это представлено в табл. 2, коррозионная среда классифицируется по следующим признакам:

XA1	Незначительное присутствие агрессивных агентов по табл.2	
XA2	То же, умеренное по табл. 2	
XA3	То же, сильное по табл. 2	

**Примечание:** агрессивное воздействие должно быть дополнительно изучено в случае:

- превышены пределы содержания химических агентов по табл. 2;
- действуют химические агенты не указанные в табл. 2;
- химического загрязнения почвы и воды;
- высокая скорость течения воды, содержащей химические агенты по табл. 2.

Данные для сред эксплуатации с химической агрессией (ХА) по концентрации химических агентов, приведены в таблице 2 и относятся к температуре среды +5..20 °С и умеренной скорости воды.

Специальный анализ должен быть проведен в случае, когда показатели среды эксплуатации выходят за пределы цифр, указанных в таблице 2, или когда воздействует среда с иными химическими веществами, нежели те, которые указаны в таблице 2, или когда сооружения омываются сильным потоком воды, содержащим химические вещества, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Химагенты	Метод определения, стандарт	Среды		
		ХА1	ХА2	ХА3
Грунтовые воды				
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> мг/л в воде	EN 196-2	>200 <600	> 600 <3000	>3000 <6000
рН	ISO 4316	<6,5 >5,5	> 5,5 >4,5	>4,5 >4,0
СО <sub>2</sub> мг/л агрессивный	EN 13577	>15 <40	> 40 <100	> 100 до насыщения
NH <sup>+4</sup> мг/л	ISO 7150	>15 <30	> 30 <60	> 60 <100
Mg <sup>2+</sup> мг/л	ISO 7980	>300 <1000	> 1000 <3000	> 3000 до насыщения
Грунт				
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> мг/л <sup>1)</sup>	EN 196-2 <sup>2)</sup>	>2000 < 3000 <sup>3)</sup>	> 3000 <sup>3)</sup> < 12000	> 12000 < 24000
Кислотность мл/кг	DIN 4030-2	> 200	не встречаются	

<sup>1)</sup> Для глинистых грунтов и проницаемостью ниже 10<sup>-5</sup> м/с может быть применен более низкий класс

<sup>2)</sup> Метод испытания предписывает использовать кислотную (HCl) вытяжку SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, водная вытяжка может быть использована вместо, если имеется опыт применения бетона в данном месте.

<sup>3)</sup> При опасности накопления сульфатных ионов в бетоне при попеременном высыхании-увлажнении или капиллярном подсосе значение 3000 мг/л следует заменить на 2000 мг/л.

## 4.2 Бетонная смесь

### 4.2.1 Марки по консистенции

Классы по консистенции даны в таблицах 3, 4, 5, 6.

Таблица 3

#### Марки по осадке конуса

Класс	ОК, мм
S1	10 ...40
S2	50...90
S3	100 ...150
S4	160 ...210
S5	>220

Таблица 4

#### Марки по Вебе

Класс	Жесткость по Вебе, сек
VO	> 31
VI	30...21
V2	20 ...11
V3	10. ..6
V4	5...3

Таблица 5

#### Марки по уплотнению

Марка	Степень уплотнения
CO	>1,46
C1	1,45 ...1,26
C2	1,25 ...1,11
C3	1,10... 1,04

Таблица 6

#### Марки по расплаву смеси

Марка	Расплав, диаметр, мм
F1	>340
F2	350 ...410
F3	420 ...480
F4	490...550
F5	560. ..620
F6	>620

Примечание: Марки в таблицах 3...6 напрямую не связаны. В отдельных случаях марка может назначаться по заданному (при подборе состава) значению (за пределами данных таблицы). Для бетонов, уплотняемых по специальным технологиям, консистенция смеси не классифицируется.

#### **4.2.2. Марки по максимальному размеру заполнителей.**

Там, где бетон классифицируется по максимальному размеру частиц заполнителя в качестве критерия (марки) следует принять верхнее значение размера частиц заполнителя наиболее крупной фракции в соответствии с EN12620.

### 4.3. Затвердевший бетон

#### **4.3.1. Марки по прочности**

Классы по прочности тяжелого, особо тяжелого и легкого бетона даны в таблицах 7 и 8. Требования в п.5.2.3.1.

#### **4.3.2. Классы по плотности**

Бетоны по плотности классифицируются как обычные (индекс C), легкие (LC) и особо тяжелые (HC). Определение этих бетонов должны быть даны в п.п. 3.1.7., 3.1.8. и 3.1.9. Спецификация марок легких бетонов по плотности дана в табл.9.

Таблица 7

Класс по прочности  
обычного и особо тяжелого бетона

Марка бетона	Прочность, МПа	
	цилиндры	кубы
C 8/10	8	10
C 12/15	12	15
C 16/20	16	20
C 20/25	20	25
C 25/30	25	30
C 30/37	30	37
C 35/45	35	45
C 40/50	40	50
C 45/55	45	55
C 50/60	50	60
C 55/67	55	67
C 60/75	60	75
C 70/85	70	85
C 80/95	80	95
C 90/105	90	105
C 100/115	100	115

Таблица 8

Класс по прочности  
легкого бетона

Марка бетона цилиндры	Прочность, МПа	
	цилиндры	кубы
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC 16/18	16	18
LC 20/22	20	22
LC 25/28	25	28
LC 30/33	30	33
LC 35/38	35	38
LC 40/44	40	44
LC 45/50	45	50
LC 50/55	50	55
LC 55/60	55	60
LC 60/66	60	66
LC 70/77	70	77
LC 80/88	80	88

Примечание: Стандартный цилиндр имеет диаметр 150 мм и высоту 300 мм, куб имеет размер ребра 150мм.

Для особых случаев допускается принимать промежуточные значения классов, если это допускается соответствующими стандартами. Соотношения между кубиковой и цилиндрической прочностью могут быть иными, если это статистически надежно установлено.

Таблица 9

Марка по плотности	LC1,0	LC1,2	LC1,4	LC1,6	LC1,8	LC2,0
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	>800 но <1000	> 1000 но <1200	> 1200 но <1400	> 1400 но <1600	> 1600 но <1800	> 1800 но <2000

Примечание: Плотность легких бетонов может быть задана, как проектная характеристика при подборе состава.

## 5. Технические требования к бетону

### 5.1 Требования к составляющим материалам

#### 5.1.1. Общие положения

Составляющие материалы не должны содержать вредных примесей в количествах, могущих вызвать снижение долговечности бетона и коррозию арматуры и должны быть пригодны к применению в бетоне.

#### 5.1.2. Цемент

Следует использовать цементы стабильного состава. Стабильность устанавливается в соответствии с требованиями стандарта EN 197-1.

#### 5.1.3. Заполнители

Обычные и особо тяжелые заполнители должны соответствовать стандарту EN 1220, легкие заполнители - EN 13055-1.

Заполнители, извлеченные промывкой из неиспользованного (остаточного) незатвердевшего бетона находятся за рамками требований настоящего стандарта, они могут использоваться под ответственность производителя повторно при следующих условиях:

- заполнитель должен быть разделен на крупные и мелкие фракции;
- порода извлеченных заполнителей должна быть такой же, как и в основном объеме бетона;
- объемы повторно используемых заполнителей в общем объеме бетонной смеси должны быть небольшими.

#### **5.1.4. Вода затворения**

Количество воды затворения должно соответствовать требованиям стандарта EN 1008:1996.

Допускается применение в бетоне воды после промывки бетоносмесительного оборудования и транспортных средств при условии ее очистки до кондиции, определяемых требованиями стандарта EN 1008, приложение А

**5.1.5 Добавки химические** Добавки химические (см. п.3.1.22) должны соответствовать стандарту EN 934-2.

#### **5.1.6 . Добавки минеральные**

Добавки минеральные (см. п. 3.1.23.) не должны содержать вредных примесей в количествах, могущих оказать влияние на долговечность бетона или вызвать коррозию арматуры. Должны использоваться только добавки, совместимость которых с составляющими бетона экспериментально подтверждена.

Качество добавок типа I (инертных) должно соответствовать требованиям стандартов:

- минеральные наполнители — EN 1260
- пигменты — EN 12878.

Качество добавок типа II (слабогидравлические) должно соответствовать требованиям стандартов:

- зола-унос EN 450,
- микрокремнезем — EN 13263.

### **5.2. Основные требования к составу бетона**

#### **5.2.1. Общие положения**

Состав бетона должен быть подобран таким образом, чтобы в затвердевшем виде его характеристики соответствовали всем эксплуатационным требованиям к конструкции, а на стадии приготовления и укладки удовлетворяли технологические требования.

К основным требованиям следует отнести удобоукладываемость смеси, плотность, прочность, долговечность, обеспечение защиты закладных деталей и арматуры от коррозии.

Свойства бетонной смеси должно отвечать выбранной технологии бетонных работ.

**Примечание 1.** Состав бетонной смеси должен обеспечивать минимальное ее расслоение и водоотделение. Для бетона заданного стандартизированного состава подбор его составляющих должен быть ограничен:

- природными плотными заполнителями;
- минеральными добавками в порошкообразной форме, которые не учитываются при определении расхода цемента и В/Ц;
- химическими добавками, за исключением воздухововлекающих.

Состав должен отвечать критерию приемки составов для первичных подборов данных в приложении А5.

**Примечание 2.** Территориальные нормы могут содержать перечень видов и классов местных материалов с установленными свойствами для приготовления бетона.

**Примечание 3.** Требуемое качество бетона в конструкции может быть достигнуто только при тщательном соблюдении требований технологии бетонных работ. Поэтому, дополнительно к требованиям настоящего стандарта, могут быть сформулированы дополнительные требования касательно транспортировки, укладки, уплотнения и ухода за свежесуложенным бетоном.

Выполнение этих требований оказывает решающее влияние на качество бетона и конструкции (см. также Евростандарт 13670-1 «Производство бетонных работ» и другие подобные документы). Качество выполнения бетонных работ создает некоторые неопределенности в обеспечении надежности работы конструкции, это обязательно учитывается введением в расчетные характеристики бетона коэффициента запаса по материалу (см. Евростандарт ENV 1992-1-1).

### **5.2.2. Тип цемента**

Тип цемента должен выбираться с учетом технологии производства работ, вида конструкций (неармированная, арматура обычная или предварительно напряженная), экзотермии в процессе твердения, условий твердения (в частности тепловой обработки), размеров конструкции и климатических характеристик, назначения сооружения, агрессивности среды эксплуатации (см. п.4.1.), щелочно-реакционной способности заполнителя.

### **5.2.3. Заполнители**

#### **5.2.3.1. Общие положения**

Тип заполнителя, гранулометрия, вид зерна, его характеристика, в том числе лещадность, морозостойкость, истираемость, ограничения по содержанию пылевидных примесей должны выбираться с учетом технологии производства работ, назначения сооружения, условий эксплуатации, а при обнажении заполнителя с учетом способа обнажения и инструментов по обработке поверхности.

Максимальный размер заполнителя  $D_{max}$  должен назначаться исходя из обеспечения толщины защитного слоя и минимальных размеров бетонируемых сечений.

#### **5.2.3.2. Песчано-гравийная смесь**

Не рассеянный заполнитель или песчано-гравийная смесь согласно EN 12620 может использоваться только для бетонов класса менее C 12/13.

#### **5.2.3.3. Отмытый заполнитель**

Заполнитель, полученный из бетонной смеси путем ее промывки может использоваться вновь для приготовления бетона. Неразделенный по фракциям отмытый заполнитель может использоваться в объеме не более 5% от общего объема заполнителя. Если это количество более 5%, то такой заполнитель должен быть разделен на крупные и мелкие фракции, и состоять из тех же пород, что и основной объем заполнителя. Качество добавляемого заполнителя должно соответствовать требованиям EN 12620.

#### **5.2.3.4. Стойкость против щелочной реакции**

В случае если имеются подозрения на чувствительность заполнителя к щелочной

реакции (содержания  $N_2O$  или  $K_2O$  в цементе или других составляющих) и бетон подвержен воздействию влаги, необходимо предпринять действия, предупреждающие разрушение заполнителя вследствие такой реакции,

Примечание: Карьеры, где добывается заполнитель с реакционной способностью к щелочам, должны быть доподлинно известны. Меры, предпринимаемые в различных странах для предупреждения негативных последствий использования таких заполнителей, изложены в обзоре CEN CR 1901.

#### **5.2.4. Повторное использование воды**

Оборотная вода, образуемая на заводах товарного бетона (мытьё оборудования, транспорта и др.) может применяться при приготовлении бетона при условии выполнения указаний приложения А, евростандарта EN 1008:1996.

#### **5.2.5. Использование минеральных добавок**

##### **5.2.5.1. Общие положения**

Количество добавок (тип I и тип II) должно определяться первичным подбором состава бетона (см. Приложение А). Добавки не должны ухудшать свойства бетона и не инициировать коррозию арматуры.

**Примечание 1.** Следует принимать в расчет влияние добавок на технологические качества бетонной смеси и, кроме прочности, на другие характеристики затвердевшего бетона.

Введение добавок типа II в соответствии с п. 5.1.6. может быть уточнено при определении расхода цемента и величины водо-цементного отношения при установлении надежных зависимостей. Для золы-уноса и микрокремнезема их введение для снижения расхода цемента может быть учтено использованием коэффициента К (К-фактор) (см. ниже п. 5.2.5.2.).

Объем вводимых добавок (тип I и II) должен определяться из требований обеспечения необходимой долговечности бетона не ниже, чем бетона без добавок. Если эффективность введения добавок оценивается по критерию эквивалентных эксплуатационных характеристик (см. п.5.2.5.3) или модифицированному К-фактору или повышенной величине К-фактора, определяемого по п.п. 5.2.5.2. и 5.2.5.3, или применении других видов минеральных добавок, включая добавки типа I, или комбинации добавок, во всех случаях должны быть установлены надежные экспериментальные зависимости между основными характеристиками бетонной смеси и затвердевшего бетона и количеством вводимых добавок.

**Примечание 2.** Пригодность добавок должна быть подтверждена европейским техническим свидетельством со ссылкой на применение в бетоне, характеристики которого отвечают требованиям настоящего EN 206-1; соответствующими национальными стандартами или ТУ, также с указанием на применение добавок в бетоне в соответствии с EN 206-1.

### 5.2.5.2. К-фактор (коэффициент эффективности)

#### 5.2.5.2.1. Общие предпосылки

К-фактор (коэффициент эффективности) позволяет оценить эффективность введения минеральных добавок типа П: К-фактор используется при определении водо-вяжущего взамен водо-цементного отношения (см. п. 3.1.31) в формуле:

$$\frac{\text{Вода}}{\text{Цемент + К добавки}}$$

Количество добавки через К-фактор может учитываться при определении минимального содержания цемента (см. п. 5.3.2).

Численное значение К зависит от типа добавки.

К-фактор для золы-унос и кремнезема определяется: для золы-унос по EN 450, микрокремнезема — по EN 13263 при цементе типа СЕМ I по стандарту EN 197-1. При иных типах цементов и других добавках К-фактор также может применяться, если получены экспериментально надежные взаимозависимости.

#### 5.2.5.2.2. К-фактор при использовании золы-унос по EN 450

Максимальное содержание золы унос, которое учитывается как заменитель при определении В/Ц, не должно превышать 0,33 от массы цемента.

Примечание: если вводится большое количество золы-унос, то излишек следует рассматривать как инертную добавку типа I, не учитывая при определении расхода цемента или минимального содержания цемента.

Следующее значение К - фактора разрешается использовать по EN 197-1 при применении цемента типа:

СЕМ-1 класса 32,5

СЕМ-1 класса 42,5 и выше

Расход цемента, указанный в п. 5.3.2 для бетонов, эксплуатирующихся в соответствующих средах, может быть снижен на величину, получаемую путем умножения максимального значения К на минимально допустимое содержание цемента (например, 200 кг/м<sup>3</sup>) при условии, что количество вяжущего вещества (цемент+ зола-унос) должно быть не ниже требуемой в п. 5.3.2 величины.

**Примечание:** Использование К - фактора не рекомендуется при применении золы-нос в сочетании с сульфатостойкими цементами СЕМ I при наличии вероятности сульфатной коррозии (среды ХА2 и ХА3, см. табл. 1 п.6).

#### 5.2.5.2.3. К - фактор при применении микрокремнезема (МК) по EN 13263.

Вводимое количество МК учитывается как заменитель цемента для снижения его расхода, но при условии, что по отношению к цементу содержание МК должно быть не более  $\text{МК/Ц} \leq 0,11$ . Если вводится большое количество МК, то избыток его рассматривается как инертная добавка типа 1, т.е. не учитывается при вычислении водо-вяжущего отношения с использованием К - фактора (п.5.2.5.2.1). При применении цемента типа СЕМ 1 (EN 197-1) в сочетании с МК:

- при  $\text{В/Ц} \leq 0,45$ , водоцементное отношение вычисляется при значении  $\text{К}=2$ ;

- при  $\text{В/Ц} > 0,45$ , значение также применяется равным 2, за исключением сред эксплуатации бетона ХС и ХF (см. таблицу 1), в этом случае применяется  $\text{К}=1$ .

Общий расход вяжущего, определяемый по формуле Ц+К МК должно быть не менее минимальной величины, указанной в п. 5.3.2, для соответствующих сред эксплуатации.

Если минимальный расход цемента в бетоне для соответствующих сред эксплуатации составляет  $300 \text{ кг/м}^3$  и ниже, то эту величину при введении МК разрешается уменьшить не более чем на  $30 \text{ кг/м}^3$ , независимо от значений, полученных путем указанных выше вычислений.

#### **5.2.5.3. Концепция обеспечения эквивалентных эксплуатационных характеристик**

Если сертифицированная минеральная добавка используется в сочетании с высококачественным вяжущим, свойства которого изучены для данного случая применения и документально оформлены, то возможны отклонения от требований по минимальному содержанию цемента в бетоне и максимальной величине В/Ц. При этом экспериментально должно быть подтверждено, что свойства применяемого вяжущего в сочетании с минеральной добавкой обеспечивают эквивалентные, т.е. такие же эксплуатационные характеристики и долговечность бетона, что и бетона, приготовленного на цементе без минеральных добавок.

В соответствии с требованиями в п. 5.2.5.1. особенно важно обеспечение долговечности для агрессивных сред эксплуатации (см. также 5.3.2).

Оценка долговечности должна производиться в соответствии с указанием Приложения Е для одинаковых сред эксплуатации. При производстве бетона с учетом этих указаний длительные испытания должны быть поставлены на сериях образцов, изготовленных из бетона с различными сочетаниями содержания добавок и цементов. Только располагая всеми этими данными, можно быть уверенным, что бетон с добавками имеет эквивалентные эксплуатационные характеристики, что и бетон без добавок (см. также примечание 2, п. 5.2.5.1).

#### **5.2.6. Применение химических добавок**

Общий объем химических добавок в случае их применения в качестве отдельной составляющей при приготовлении бетона, не должен превышать доз, указанных производителем, и в любом случае не более 5% от массы цемента, если отсутствуют надежные подтверждения обеспечения долговечности бетона при повышенных дозировках добавок.

Если объем вводимой добавки менее 0,2% от массы цемента, ее следует вводить только с водой затворения для обеспечения ее равномерного распределения по всему объему бетона.

Если количество жидкой добавки превышает 3 л на один кубометр бетона, это количество воды следует учитывать при вычислении водоцементного отношения.

При превышении этой дозировки необходимо иметь надежные доказательства обеспечения долговечности бетона с добавкой.

Если используется несколько добавок, их совместимость должна быть проверена при первичных подборках составов (испытаниях) бетона.

**Примечание:** Бетонная смесь с подвижностью  $> S4$ ,  $V4 \sim F4$  или  $C3$  (см. табл. 3, 4, 6, 5) должны приготавливаться с сильными водопонижающими /пластифицирующими добавками.

#### **5.2.7. Содержание хлоридов**

Максимально допустимое содержание хлоридов в бетоне, выраженное в процентах хлорид-ионов к массе цемента не должно превышать значений, указанных в табл. 10.

Таблица 10

Бетон	Марка по содержанию хлоридов <sup>1)</sup>	C1 <sup>∞</sup> в % от массы цемента <sup>2)</sup>
Нормированный бетон	C/1	1,0
Железобетон	C/04	0,4
	C/04	0,4
Перенапряженный железобетон	C/01	0,1
	C/02	0,2

Марка по максимально-допустимому содержанию хлоридов назначается в зависимости от условий эксплуатации сооружения.

В случае применения цемента в сочетании с минеральными добавками типа II содержание хлоридов подсчитывается по отношению к сумме масс цемента и минеральной добавки.

Хлористый кальций и добавки на основе хлоридов не допускается применять для изготовления конструкций, содержащих закладные детали, обычную или напрягаемую арматуру.

Содержание хлоридов может определяться:

- подсчетом предельных значений содержания хлоридов, которые разрешены стандартами на составляющие бетонной смеси или на основе данных сопроводительной документации, которые указывает поставщик, каждой составляющей бетонной смеси;
- подсчетом содержания хлоридов в составляющих материалах ежемесячно, как среднее из суммы средних значений последних 25 измерений плюс 1,64 умноженное на стандартные отклонения, посчитанные для каждой составляющей бетонной смеси.

**Примечание:** Последний метод применяется для заполнителей морского происхождения и в тех случаях, когда нет сведений о содержании хлоридов в поставленных материалах.

### 5.2.8 Температура бетона

Температура бетонной смеси должна быть не ниже +5°C, как для поставляемого товарного бетона, так и для бетонной смеси, приготавливаемой на стройплощадке (в момент укладки). Требования по охлаждению или подогреву смеси в случае необходимости должны быть согласованы между заказчиком и изготовлением.

## 5.3 Требование к бетонам с учетом сред эксплуатации

### 5.3.1 Общие положения

Требования к составам бетонов и их эксплуатационным характеристикам зависят от задаваемого срока службы бетонного изделия, железобетонной конструкции или сооружения.

### 5.3.2 Предельные значения соотношений составляющих бетона

Поскольку до сего времени нет согласованных Евростандартов по испытанию бетона на долговечность в различных средах эксплуатации, данный стандарт EN-206-1 требования по обеспечению долговечности определяет в терминах предельных пропорций составляющих бетона.

**Примечание 1:** Из-за ограниченного объема данных, отражающих приятную в данном стандарте классификацию сред эксплуатации, относительно местных условий следует применять национальные нормы и рекомендации в части составов и характеристик бетона, обеспечивающих выполнение требований по долговечности с учетом географических и климатических данных.

Требования по обеспечению долговечности бетона для каждого класса среды эксплуатации должны включать:

- разрешенные виды и марки (классы) составляющих бетона;
  - максимально допустимую величину В/Ц;
  - минимально необходимое содержание цемента;
  - минимальный класс бетона по прочности на сжатие
- и в случае необходимости:
- минимальное воздухоовлечение.

**Примечание 2:** Водо-цементное отношение следует назначать с шагом 0,05, содержание цемента с шагом 20 кг/м<sup>3</sup>, класс бетона по таблице 7 для тяжелого бетона и для легкого по таблице 8. Предельное значение некоторых параметров бетонной смеси для различных классов сред эксплуатации даны в приложении F (информативное). Сведения даны применительно к цементу типа СЕМ I.

**Примечание 3:** Требования должны назначаться исходя из необходимости обеспечения срока надежной эксплуатации бетона в конструкции или сооружении не менее 50 лет. Для большего или меньшего расчетного срока эксплуатации могут применяться более жесткие или менее жесткие требования по граничным характеристикам. В этих случаях для некоторых бетонов или при наличии дополнительных требований по защите от коррозии арматуры в части толщины защитного слоя (если он меньше, чем требуется по EN 1992-1) могут быть приняты дополнительные меры на основании указаний территориальных или национальных стандартов.

Если состав бетона подобран по граничным значениям требований для данных условий эксплуатации, то в процессе эксплуатации проблем с долговечностью не возникнет при условии что:

- бетон тщательно уложен и уплотнен, обеспечено его влажностное выдерживание в соответствии со стандартом EN 13670-1 «Бетонные работы» или другими документами и с учетом климатических условий;
- сооружение эксплуатируется в тех же средах, для которых были рекомендованы граничные значения характеристик;
- обеспечены необходимые защитные слои бетона по отношению к арматуре в соответствии с требованиями EN 1992-1;
- осуществляется профилактический ремонт сооружения.

### **5.3.3. Методы оценки эксплуатационной надежности на основе экспериментальных данных**

Данные по долговечности бетона в реальных сооружениях в конкретных климатических и географических условиях могут быть использованы для составления Численных моделей эксплуатационного поведения вновь возводимых сооружений. Более подробная информация содержится в приложении J. Возможно также использование прогнозных оценок на основе анализа данных поведения железобетонных конструкций в конкретных условиях эксплуатации.

## 5.4. Бетонная смесь. Технические требования

### 5.4.1 Подвижность (консистенция) бетонной смеси

Определение подвижности бетонной смеси по осадке конуса производится в соответствии стандартам EN 12350-2, жесткости по Вебе - EN 12350-3, по степени уплотнения - EN 1230-5 или по иным согласованным между заказчиком и производителем методикам.

Примечание: В виду слабой чувствительности приведенных методик за рамками некоторых значений, рекомендуется применять указанные способы определения подвижности в пределах следующих значений:

- Осадка конуса 10...21 см.
- Жесткость по Вебе 5.. 30 сек.
- Степень уплотнения 1,04... 1,46
- Расплыв смеси не более 340...620 мм.

Испытания на подвижность проводится в момент укладки бетона, а для товарного бетона в момент отгрузки потребителю.

Если бетон поставляется в автобетоносмесителе или автобетоновозе с возбудителем, то подвижность (консистенция) может определяться по первой порции бетонной смеси, разгруженной на месте. После того, как выйдет примерно 0,3 м<sup>3</sup> отбирается из потока шесть проб в подходящие емкости или контейнеры в соответствии с EN 12350-1. Проба дополнительно перемешивается и далее испытывается. Подвижность может быть задана путем указания марки по консистенции по п. 4.2.1 или, в особых случаях, по заданному проектному численному значению.

Допустимые отклонения для проектных значений по характеристикам подвижности смеси в таблице 11.

Таблица 11.

Заданные значения, диапазоны изменения			
ОК, мм	<40	50. ..90	>100
Допуски, мм	±10	±20	±30
Вебе, сек	≥11	10...6	≥5
Допуски, сек.	±3	±2	± 1
Уплотнение, степень Допуски	≥1,26 ±0,1	1,25 ...1,11 ±0,08	≥ 1,1 ±0,05
Расплыв Допуски, мм	На все значения ±30		

### 5.4.2. Содержание цемента и водо-цементное отношение

В случае, если необходимо иметь сведения о расходе цемента, воды, миндобавок, то для этих целей могут быть использованы журнальные записи или распечатки составов отпускаемого бетона. Там, где отсутствует автоматическая распечатка составов следует использовать данные производственных журналов в соответствии с инструкциями по технологии приготовления смеси.

При определении В/Ц необходимо выполнить подсчеты на основе результатов измерений массы вводимого цемента и эффективного содержания воды (для жидких добавок, см. п. 5.2.6.). При определении эффективного содержания воды, следует учитывать воду адсорбированную заполнителем. Количество адсорбированной воды для плотного заполнителя следует определять в соответствии с EN 1097-6, а для легкого бетона по приложению С стандарта EN 1097-6:1997.

Этот же прием с соответствующим уточнением следует использовать если вычисляется отношение вода/цемент + Кх (минеральная добавка) или вода/цемент + минеральная добавка, см. п.5.2.5. для мелкого легкого заполнителя.

Если величина В/Ц содержания цемента или миндобавок в свежеприготовленном бетоне необходима для целей экспертизы, методы их определения должны быть согласованы между заказчиком и изготовителем (см. доклад CEN, XXX).

### **5.4.3. Содержание воздуха**

Для обычных бетонов содержание воздуха определяется в соответствии с Евро-стандартом EN 12350-7, для легких - по американскому стандарту ASTM C 173 (легкий бетон).

Содержание воздуха нормируется по минимальному значению. Верхнее значение содержания воздуха равно минимальному, плюс 4% для всех нормируемых значений.

### **5.4.4. Максимальный размер заполнителей**

При необходимости определения максимального размера заполнителей в бетонной смеси следует пользоваться стандартом EN 933-1.

Максимальное номинальное значение крупности определяется по EN12620 и не должно быть более заданного.

## **5.5. Требования к затвердевшему бетону**

### **5.5.1. Прочность**

#### **5.5.1.1. Общие положения**

При необходимости определения прочности бетона ее следует определять в терминах характеристической (нормативной) прочности с обеспеченностью 95%. Прочность определяется на образцах кубической (с ребром 150 мм) или цилиндрической (диаметр 150 мм, высота 300 мм) формы в возрасте бетона 28 дней в соответствии с требованиями стандарта EN 12390-1 и прошедших влажностное хранение в соответствии со стандартами EN 12350-1 и EN 12390-2.

При необходимости могут использоваться другие размеры образцов при наличии надежных переходных коэффициентов к образцам стандартных размеров.

#### **5.5.1.2. Прочность на сжатие**

Буквенное обозначение прочности при испытании кубических образцов –  $f_{c,cube}$  для цилиндрических –  $f_{c,cyl}$ , в соответствии со стандартом EN 12390-3. Вид образцов для испытаний должен быть согласован между заказчиком и изготовителем до начала строительных работ. Другие методы оценки прочности также должны быть согласованы заранее.

В особых случаях при необходимости прочность бетона может определяться в возрасте ранее, чем 28 дней или после хранения в нестандартных средах (например, в тепловой камере).

Характеристическая (нормативная) прочность получения по результатам испытаний должна быть равна или выше значений, заданных проектировщиком на основании данных табл. 7 и 8.

Если результаты испытаний на сжатие дают не репрезентативные значения, например, для бетона марки по консистенции CO, или жестче, чем марка S1, или бетон подвергается вакуумированию, способы испытания бетона могут быть изменены, или прочность бетона может быть определена в уже готовой конструкции, по стандарту EN 13791.

### **5.5.1.3. Прочность на растяжение при раскалывании**

Прочность на растяжение при раскалывании определяется по EN 12390-6. Если не указано по другому, прочность на растяжение при раскалывании определяется в возрасте 28 суток. Характеристическая прочность на растяжение при раскалывании по результатам испытаний должна быть выше или равна заданной прочности.

### **5.5.2. Плотность**

Под плотностью бетона понимается плотность бетона в высушенном состоянии. Для обычного бетона плотность находится в пределах 2000...2600 кг/м<sup>3</sup>, для особо тяжелого бетона - более 2600 кг/м<sup>3</sup> (см. определения). Плотность бетона измеряется в соответствии с указаниями стандарта EN 12390-7. Плотность легкого бетона может быть обозначена маркой по плотности (п.4.3.2., табл.9). Если плотность бетона задана заранее, ее отклонение от заданного значения должно находиться в пределах  $\pm 100$  кг/м<sup>3</sup>.

### **5.5.3. Водонепроницаемость**

Там, где необходимо обеспечение требования по водонепроницаемости бетона ее следует определять по методике, согласованной между заказчиком и изготовителем. При отсутствии согласованной методики требования по водонепроницаемости могут задаваться косвенно через ограничения по составляющим бетонной смеси.

### **5.5.4. Пожаробезопасность**

Бетон, приготовленный с применением природных заполнителей в соответствии с п. 5.1.3., цемент - по п. 5.1.2., химдобавок по п. 5.1.5., минеральных добавок в соответствии с п. 5.1.6. и других неорганических минералов в соответствии с п. 5.1.1., может классифицироваться как «пожаровзрывобезопасный» - Еврокласс А<sup>1</sup>.

## **6. Требования к бетону для изготовителя**

### **6.1. Общие положения**

Заказчик или проектировщик должны быть уверены, что необходимые требования к бетону, предназначенного для применения на конкретном объекте, известны изготовителю и сформулированы в переданном ему заказе. Заказчик должен указать требования к бетонной смеси, которые должны обеспечиваться после ее доставки на стройплощадку, в части ее дальнейшей транспортировки (например, перекачки), укладки, уплотнения, выдерживания, ухода, тепловой или иной обработки, в том числе и специальные требования, например, получения архитектурных поверхностей.

Формируя требования к бетону, заказчик должен иметь в виду:

- предназначение бетона в незатвердевшем и затвердевшем виде;
- условия выдерживания;
- размеры конструкции (развитие тепловыделения в следствие экзотермии цемента);
- условия эксплуатации и учет возможной агрессивности среды эксплуатации;
- требования к поверхности (применение пигментов, обнажение заполнителя и др.);
- обеспечение защитного слоя бетона по отношению к арматуре, например наибольший размер крупного заполнителя;

---

<sup>1</sup> Согласно решению Европейской комиссии № 94/611/ЕС, опубликованному в журнале УС 2241/25 от 09.09.94, бетон, приготовленный в соответствии с вышеуказанными требованиями, может не испытываться на воспламеняемость и Пожаробезопасность.

- ограничение по использованию составляющих материалов, имея в виду возможную нестабильность свойств в зависимости от среды эксплуатации.

**Примечание 1:** Местные нормы могут содержать не все из вышеизложенных требований.

Технические требования к бетонам могут формулироваться как технические требования к бетонам заданного качества (см. п.3.1.И.) или бетонам заданного состава (см. п. 3.1.12.).

Для бетонов заданного качества его приготовление и контроль характеристик должны выполняться с учетом положений, изложенных в разделе 4 и п.п 5.3, 5.4. и 5.5 настоящего стандарта (см. также п. 6.2), а для бетона заданного состава по п. 6.3.

Основой формулирования требований к бетону как бетону заданного качества или бетону заданного состава являются данные предварительных подборов (см. Приложение А), или информации о достаточно длительном опыте производства сопоставляемого по характеристикам бетона, принимая во внимание требования к материалам (см. п.5.1), или составам бетона (см. п.п. 5.2 и 5.3.2).

При заказе бетона заданного состава заказчик (не изготовитель) несет ответственность за обеспечение требований к бетону, как в не затвердевшем, так и затвердевшем виде, содержащихся в настоящем стандарте EN 206-1.

Заказчик обязан обновлять базы данных по заданным составам бетона по мере пересмотра действующей нормативной документации (см. п.9.5). Для стандартных составов эта обязанность лежит на национальном органе по стандартизации в данной области.

**Примечание 2:** Для бетонов заданного состава критерии соответствия базируются только на сравнении с рецептурой, предписанной заказчиком, а не на оценке эксплуатационных свойств бетона, которые заказчик намерен был достичь, задавая тот или иной состав.

## **6.2. Требования к бетону заданного качества**

### **6.2.1. Общие положения**

Комплекс основных технических требований для изготовления бетона заданного качества изложен в п. 6.2.2. для всех классов бетона, которые при необходимости могут быть дополнены (6.2.3).

При использовании сокращенных буквенных обозначений требований к составу бетона следует пользоваться указаниями главы 11.

### **6.2.2. Основные требования, которые необходимо сообщить изготовителю для приготовления бетона заданного качества:**

- a) необходимость обеспечения соответствия бетона стандарту EN 206-1;
- b) класс прочности на сжатие;
- c) класс среды эксплуатации (п.4.1);
- d) максимальный размер зерен заполнителя;
- e) максимальное содержание хлоридов в соответствии с таблицей 10.

Для легкого бетона:

- f) марку по плотности или заданное значение плотности.

Для сверхтяжелого бетона дополнительно:

г) заданное значение плотности.

Для товарного бетона:

h) марка по удобоукладываемости или заданное значение консистенции.

**6.2.3. Дополнительные требования** для обеспечения долговечности бетона в сооружении с указанием методов испытания по выполнению этих требований:

- специальные требования по свойствам цементов (например, цемент с низкой экзотермией);

- специальные требования по свойствам заполнителей;

**Примечание 1.** Если требования по свойствам заполнителя указаны заказчиком, то предвидение возможной реакционной способности заполнителя (щелочная реакция) лежит на нем. (см. п. 5.2.3.4).

- объем воздухововлечение и другие требования для обеспечения морозостойкости бетона (см. п. 5.4.3).

**Примечание 2:** При указании объема воздухововлечения заказчику следует учесть потери воздухововлечения при транспортировке, перекачивании, укладке бетона.

- специальные требования по температуре бетонной смеси, если имеются отличия от указаний п. 5.2.8.;

- темп набора прочности (см. табл. 12);

- тепловыделение в процессе гидратации; замедление схватывания;

- водонепроницаемость;

- сопротивления истиранию;

- прочность на растяжение при раскалывании (см. п. 5.5.1.3);

- другие дополнительные требования (например, учет специальных методов укладки или отделки поверхностей).

### **6.3. Технические требования к бетонам заданного состава**

#### **6.3.1. Общие положения**

Комплекс основных требований, которые следует обеспечить при производстве бетона заданного состава приведен в п. 6.3.2., дополнительных в п. 6.3.3.

#### **6.3.2. Основные требования**

а) необходимость обеспечения критериев соответствия по EN 206-1;

б) расход (содержание) цемента;

с) тип и класс цемента;

д) В/Ц или марка по удобоукладываемости (или заданное значение);

**Примечание:** Значение В/Ц следует задавать на 0,02 меньше, чем требуемое.

е) вид заполнителя, а в случае легкого или сверхтяжелого заполнителя - плотность заполнителя;

ф) номинальный размер заполнителя или ограничения по гранулометрическому составу;

- г) вид и количество химических добавок или минеральных добавок, если они вводятся;
- h) при применении добавок химических или минеральных - карьеры или поставщиков этих добавок и указания по возможности замены части цемента.

### **6.3.3. Дополнительные требования**

- поставщики некоторых или всех составляющих бетона;
- дополнительные требования к заполнителю;
- специальные указания по температуре бетонной смеси в момент поставки, если они отличаются от п. 5.2.8;
- прочие данные.

### **6.4. Бетон заданного стандартного состава**

Рекомендуемые рецептуры бетонов заданного состава могут быть в табличной или иной форме включены в территориальные строительные нормы (ТСН) или нормативы, действующие в месте применения бетона. Составы бетонов в этих нормах могут иметь соответствующие условные обозначения, как стандартные.

Стандартные составы бетонов могут использоваться только в следующих случаях:

- для изготовления бетонных конструкций или конструкций без предварительного напряжения арматуры;
- для изготовления бетона класса не выше С16/20 (таблица 7) или максимум класса С20/25 при наличии отдельного указания в территориальных нормах, и эксплуатирующихся в средах ХО и ХСІ (таблица 1). ограничения по рецептурам бетона нормированного состава содержатся в п.5.2.1.

## **7. Поставка бетонной смеси**

### **7.1. Требования, касающиеся поставки товарного бетона<sup>1)</sup>**

Производитель работ должен согласовать с изготовителем бетонной смеси следующее:

- дату, время и ритм доставки бетонной смеси.

В случае необходимости, также:

- вид транспортировки в пределах стройплощадки;
- специальные способы укладки ;
- требования к транспортным средствам (наличие или отсутствие возбудителей, емкость, масса, габариты).

### **7.2. Информация, представляемая потребителю изготовителем товарного бетона<sup>1)</sup>**

При заказе бетона потребитель вправе требовать от изготовителя информацию по составу бетона для возможного учета при укладке и выдерживании бетона, а также для оценки темпа набора прочности. Эта информация должна быть представлена до начала поставки товарного бетона. В необходимых случаях по бетону заданного качества может быть предоставлена дополнительно следующая информация: а) тип и класс цемента и вид заполнителя;

<sup>1)</sup> Данный стандарт не оговаривает формат подобной информации, он определяется непосредственно изготовителем бетона и потребителем, более того, при производстве бетона на стройплощадке или заводе сборного железобетона, изготовитель и потребитель могут представлять собой одно и то же лицо.

- б) тип химических добавок, вид и содержание минеральных добавок (если использовались);
- с) заданное значение В/Ц;
- д) результаты предварительных испытаний бетонной смеси, например, данные по первичным подборам и производственного контроля;
- е) темп набора прочности;
- ф) поставщики составляющих материалов.

Для товарного бетона эта информация может быть представлена изготовителем путем отсылки потребителя к техническим каталогам производимой продукции, где должны быть указаны составы для различных классов бетона, классы по удобоукладываемости, величина замесов и т.п.

Для определения времени выдерживания уложенного бетона, сравнительный темп набора прочности может быть представлен в значениях, приведенных в таблице 12 или по средним значениям прочности, определяемой по кривой набора прочности при 20°C в интервале 2... 28 дней.

Таблица 12

Темп набора прочности	Значение скорости набора прочности по отношению $*f_{cm, 2 \text{ сут}}/*f_{cm, 28 \text{ сут}}$
Быстрый	>0,5
Средний	от 0,3 до 0,5
Медленный	от 0,15 до 0,3
Очень медленный	<0,15

\* $f_{cm}$  - средняя прочность на сжатие бетонного кубика с ребром 150 мм (табл. 7)

Сравнительная скорость набора прочности является отношением средней прочности на сжатие в возрасте 2 суток к средней прочности на сжатие в возрасте 28 суток, определяемые при первичном подборе или на основе других испытаний бетона сопоставимого состава. При первичном подборе образцы для прочностных испытаний должны быть изготовлены, выдержаны и испытаны в соответствии с EN 12350-1, EN12390-1, EN12390-2 и EN 12390-3.

Изготовитель обязан предупредить потребителя о соблюдении санитарных правил работы с бетонной смесью, которые должны быть вывешены на стройплощадке, как часть общих правил по технике безопасности.

### 7.3. Сопроводительные накладные на товарный бетон

Перед разгрузкой партии бетона изготовитель должен предоставить потребителю сопроводительную документацию в напечатанном и заверенном виде, где содержится как минимум:

- название завода товарного бетона;
- серийный номер накладной;
- время приготовления замера, т.е. указан момент смешивания цемента и воды;
- номер бетоновоза или автомиксера;
- фамилия покупателя;
- название и месторасположение стройплощадки;
- информация о технических требованиях или отсылка к соответствующему стандарту с указанием номера;
- объем поставляемого бетона в м<sup>3</sup>;
- декларация (сертификация) о соответствии требованиям стандартов и EN 206-1;
- наименование или знак органа по сертификации (если бетон был сертифицирован);
- время, в которое бетон доставлен на стройплощадку;
- время начала разгрузки;

- время окончания разгрузки.

Дополнительно в накладной может быть указано для бетона заданного качества;

- класс по прочности;
- класс среды эксплуатации;
- марка по содержанию хлоридов в соответствии с таблицей 10 настоящего стандарта;
- класс по удобоукладываемости;
- состав бетона, если согласовывался;
- тип и класс цемента;
- тип химических добавок и минеральных, если оговаривались;
- специальные свойства, если требовалось;
- максимальный размер заполнителя;
- для легких или сверхтяжелых бетонов класс плотности или заданное значение плотности.

Для бетона заданного состава:

- данные по составу, например, расход цемента и если требовалось, наличие добавок;
  - В/Ц - класс по удобоукладываемости, консистенция в терминах класса или заданного значения, если задано;
  - максимальная крупность заполнителя.
- Если бетон имел стандартный состав по территориальным нормам или местным нормативам, соответственно должна быть дана ссылка на эти документы.

#### ***7.4. Сопроводительная документация для бетона, приготовленного на стройплощадке***

Соответствующая информация, согласно п.7.3., может указываться в сопроводительной документации для бетонов, изготовленных в условиях стройплощадки. Обычно это необходимо в условиях крупных строек, когда готовится несколько видов бетонов, и когда изготовителем бетонной смеси является не сам производитель работ.

#### ***7.5. Удобоукладываемость при поставке***

Введение в бетонную смесь дополнительного количества воды или водосодержащих добавок в процессе доставки не разрешается.

В специальных случаях допускается добавление воды и/или добавки-пластификатора-разжижителя, при этом увеличенное значение В/Ц не должно превосходить предельно допустимого значения, заданного при проектировании состава бетона. Количество добавляемой воды или добавки должно быть зафиксировано в сопроводительной документации во всех случаях. Правила повторного перемешивания даны в 9.8.

***Примечание:*** Если добавляется воды больше, чем допустимое значение, то замес или объем доставленного бетона маркируется в сопроводительном документе, как «не соответствующий». Ответственность за эту акцию несет лицо (сторона) принявшая это решение. Сведения об этом лице (стороне) должны быть отражены в сопроводительной документации.

## **8. Контроль и критерии соответствия заданным требованиям**

### **8.1. Общие положения**

Контроль соответствия состоит из сочетания действий и решений по заранее оговоренной процедуре проверки бетонов и сравнения результатов с заданными требованиями. Контроль соответствия является неотъемлемой частью производственного контроля (см. главу 9).

**Примечание:** Контроль соответствия осуществляется путем испытания по стандартным процедурам. Характеристики бетона в готовой конструкции могут отличаться от полученных в стандартных испытаниях, что зависит от размеров конструкции, методов уплотнения и выдерживания бетона, а также атмосферных условий.

Правила отбора образцов и план испытаний, а также критерии соответствия приведены в п.п. 8.2. и 8.3. Эти правила применимы и при производстве сборного железобетона, если какие-то другие процедуры не предусмотрены технологическими регламентами. Контрольные параметры не оговоренные в этих параграфах, иные планы и методы испытаний должны быть оговорены заказчиком и производителем бетона.

Правила отбора проб для оценки соответствия должны исходить из того, чтобы соответствующие характеристики бетона и составы не отличались существенно в зависимости от места отбора проб и места доставки. Если для изготовления легкого бетона применялся сухой заполнитель, место отбора проб должно быть на месте укладки, т.е. на стройплощадке.

Там, где процедуры производственного контроля такие же, как процедуры контроля соответствия, данные производственного контроля могут быть использованы для контроля соответствия.

Изготовитель бетона может также пользоваться данными контроля на стройплощадке для оценки соответствия.

Соответствие и несоответствие оценивается по критериям соответствия. Несоответствие может вести к дальнейшим акциям, как на месте производства, так и на месте применения (см. п. 8.4).

### **8.2. Контроль соответствия бетона заданного качества**

#### **8.2.1. Контроль прочности на сжатие**

##### **8.2.1.1. Общие положения**

Отбор проб и испытания для обычных и сверхтяжелых бетонов классов С 8/10 до С 55/67 или легких бетонов до LC 55/60 могут проводиться, как для отдельных классов, так и для семейства (см. п. 3.1.14), как это решит производитель, если не существует иных требований (оговорок). Легкий бетон не должен включаться в одно семейство с обычным; легкие бетоны с одинаковым заполнителем могут образовывать самостоятельное семейство.

**Примечание:** Для руководства по выбору семейств см. приложение К. Более детальная информация на этот счет содержится в докладе CEN (13901).

Отбор образцов должен осуществляться поперек параметрического ряда бетонных смесей, образующих группу или семейство.

При применении концепции «семейства» эталонный бетон отбирается из числа наиболее часто изготавливаемых или из середины ряда семейства.

Устанавливаются соотношения между прочностью бетона каждого состава семейства и эталонного бетона с тем, чтобы был возможен перенос результатов испытаний с одного бетона на другой. Эти соотношения следует уточнять в пределах каждого периода оценки соответствия или при заметных изменениях условий производства.

В дополнение, при оценке соответствия всего семейства бетонов, следует подтвердить принадлежность семейству каждого отдельного результата (см. п. 8.2.1.3).

При отборе проб и составлении плана испытаний отдельных поставок бетона или семейства следует делать различие между начальной стадией производства и последующей (непрерывным производством).

Начальная стадия включает период производства, пока не будут получены не менее 35 результатов.

Непрерывным производство считается, когда получено не менее 35 результатов за период не более 12 месяцев.

Если производство бетона было остановлено более чем на 12 месяцев, применяются процедуры контроля как для начальной стадии.

Если прочность бетона задается в возрасте, отличном от стандартного, испытания на контроль соответствия должен производиться в том же возрасте.

Если возникают сомнения в прочности бетона какого-то отдельного замеса или партии, то такие проверочные испытания проводятся в соответствии с приложением В.

### 8.2.1.2. Отбор проб или план испытаний

Пробы отбираются произвольно в соответствии с требованиями стандарта EN 12350-1. Отбор производится из каждого семейства (см. п. 3.1.14). Минимальная периодичность отбора проб указана в таблице 13. В каждом случае следует отбирать максимально указанное число образцов.

Несмотря на указания п. 8.1. пробы бетона следует отбирать каждый раз после добавления в бетонную смесь воды и добавок под ответственность производителя, однако, возможно отбирать пробы до введения добавок, корректирующих подвижность, если доказано, что их введение не оказывает негативного влияния на прочность.

Результаты испытаний могут оцениваться по испытанию либо одного образца, либо как среднее из нескольких испытаний образцов в одинаковом возрасте.

Когда два или более образцов изготавливаются из одной пробы бетона и если индивидуальный результат отличается более чем на 15% от среднего, то такой результат не может учитываться и должна быть установлена причина отклонения.

Таблица 13.

Минимальная периодичность отбора проб для оценки соответствия заданным требованиям

Производство	Минимальная периодичность отбора проб		
	Первые 50 м <sup>3</sup>	Последующие <sup>1)</sup>	
		Сертифицированная система контроля	Не сертифицированы
Начальная стадия (получены результаты не менее 35 испытаний)	3 пробы	Одна на 200 м <sup>3</sup> или 2 раза в неделю	Одна на 150 м <sup>3</sup> или один раз в день
Текущие <sup>2)</sup> (после получения не менее 35 результатов испытаний)		Одна на 400 м <sup>3</sup> или один раз в неделю	

<sup>1)</sup> Отбор проб должен быть равномерным и одна проба отбирается на каждые 25 м<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup> Когда стандартное отклонение по результатам, последних 15 испытаний, превышает  $1,37\sigma$ , где  $\sigma$  стандартное отклонение, полученное на начальной стадии, частота отбора должна быть увеличена до требуемого для начальной стадии до получения следующих 35 результатов.

### 8.2.1.3. Критерии соответствия для прочности на сжатие

Оценка соответствия прочности бетона заданным требованиям выполняется за период, не превышающий последние 12 месяцев. Испытания проводятся в возрасте 28<sup>1)</sup> дней по методикам, указанным п. 5.5.1.2.

Прочность бетона оценивается по критериям соответствия для: - группы из «п» образцов по среднему значению  $f_{cm}$  (критерий 1). каждого индивидуального результата  $f_{ci}$  (критерий 2).

**Примечание:** Критерии соответствия разработаны на основе предположений, что результаты испытаний имеют некоторый разброс.

Оба критерия - 1 и 2 приведены в таблице 14 и могут применяться как для начальной стадии изготовления бетона, так и для текущего производства.

Таблица 14.

Критерии соответствия для прочности бетона на сжатие

Этапы проверки стабильности производства	Критерий 1		Критерий 2
	Число испытаний «п» в серии испытаний на сжатие	Среднее значение «п» испытаний, $f_{cm}$ , МПа	Любой частный результат $f_{ci}$ , МПа
Начальный	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Текущий	не менее 15	$\geq f_{ck} + 1,480\sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

$f_{ck}$ -класс бетона, прочность бетона, равная классу;  $\sigma$  - стандартное отклонение.

Прочность бетонов считается соответствующей заданной, если результаты испытаний отвечают обоим критериям, как для начального этапа проверки производства бетона данного состава (или семейства бетонов), так и для дальнейшего (текущего) производства.

Там, где для оценки соответствия используется концепция «семейства бетонов», критерий 1 должен применяться для эталонного бетона, принимая во внимание все соотносимые результаты испытаний бетонов «семейства»; критерий 2 применяется для оценки результатов первичного подбора. Для подтверждения того, что тот или иной бетон принадлежит «семейству», среднее значение ( $f_{cm}$ ) всех результатов для одного члена "семейства", должно оцениваться по критерию 3, приведенному в таблице 15. Любой бетон, не отвечающий этому критерию, не может считаться принадлежащим к "семейству" и должен рассматриваться самостоятельно.

Таблица 15.

Критерии для оценки принадлежности отдельного бетона к «семейству» - Критерий 3.

Число «п» результатов испытаний	Среднее значение «п» результатов для отдельного бетона, МПа
2	$\geq f_{ck} - 1$
3	$\geq f_{ck} + 1$
4	$\geq f_{ck} + 2$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3$

<sup>1)</sup> Если прочность бетона задана в другом возрасте, критерии соответствия должны вычисляться для этого же возраста.

Первоначально стандартное отклонение должно приниматься на основании обработки не менее 35 результатов последовательных испытаний, полученных на протяжении производственного периода не менее трех месяцев, который предшествует непосредственно времени проверки производства. Это значение принимается как стандартное отклонение  $\sigma$  для всей генеральной совокупности. Величина этого значения в дальнейшем уточняется в процессе выпуска продукции. Разрешается использовать два метода оценки значения  $\sigma$ . Тот или иной метод должен быть выбран заранее.

### Метод 1

Стандартное отклонение, обозначаемое в данном случае, как  $s/s$ , вычисляется путем обработки не менее 15 испытаний, выполненных за период, в течение которого осуществляется контроль соответствия. Это значение  $S_{15}$  может считаться достоверным, если оно находится в пределах значений:

$$0,63 \sigma < S_{15} < 1,37\sigma$$

где  $\sigma$  - стандартное отклонение, для данного производства полученное по результатам обработки не менее 35 результатов.

Если  $S_{15}$  лежит вне указанных пределов, критерии соответствия следует получить, но уже из 35 результатов.

### Метод 2

Значение  $\sigma$  принимается по данным испытаний образцов в процессе текущего производства. Это значение должно применяться на последующем этапе проверки. Метод 2 по чувствительности не должен уступать методу 1.

## 8.2.2. Критерии соответствия прочности на растяжение при раскалывании

### 8.2.2.1. Общие положения

В этом случае применимы положения, указанные в п. 8.2.1.1, кроме концепции «семейства бетонов». Каждый состав бетона должен рассматриваться самостоятельно.

### 8.2.2.2. Отбор проб

Отбор проб производится также, как и отбор проб при испытании на сжатие (см. п. 8.2.1.2).

### 8.2.2.3. Критерии соответствия для прочности на растяжение при раскалывании

Оценка соответствия производится за период проверки, но не более чем за 12 месяцев. Критерии соответствия выполняются для прочности на растяжение при следующих условиях, как для начального, так и для текущего периодов производства того или иного состава бетона, таблица 16.

Таблица 16

Этап проверки	Критерий 1		Критерий 2
	Число «n» результатов в группе	Среднее значение $f_{tm}$ из «n» результатов, МПа	Любой частный результат $f_{ij}$ , МПа
Начальный	3	$\geq f_{tk} + 0,5$	$\geq f_{tk} - 0,5$
Текущий	>15	$\geq f_{tk} + 1,48\sigma$	$\geq f_{tk} - 0,5$

Стандартное отклонение  $\sigma$  определяется на основе приемов, изложенных в п. 8.2.1.3.

## 8.2.3 Контроль соответствия для прочих характеристик бетона кроме прочности

### 8.2.3.1 Отбор проб

Отбор проб ведется произвольно в соответствии с EN 12350-1.

Предполагается, что отбор проб ведется для каждого семейства бетонов при одинаковых условиях.

Допустимые отклонения значений определяемых характеристик и минимальное число проб даны в табл. 17 и 18.

### 8.2.3.2. Критерии соответствия для прочих характеристик бетона

Соответствие стандартам определяется по текущей продукции за период, не превышающий 12 месяцев.

Соответствие характеристик устанавливается замерами путем сравнения результатов с заданными значениями, с учетом допускаемых отклонений.

Соответствие заданным отклонениям считается выполненными, если:

- количество результатов серийных испытаний, выпавших за пределы величин, указанных в таблицах 19а и 19в. Эти ограничения основаны на требованиях стандарта ISO 3951:1994, таблица II-A;
- отклонение результатов конкретных испытаний находятся в пределах, указанных в таблицах 17 и 18.

Таблица 17

Характеристика	Метод определения	Минимальное число образцов, регулярность замеров	Допустимый разброс	Допустимое отклонение для каждого результата	
				В меньшую сторону	В большую сторону
Плотность обычного (тяжелого) бетона	EN 12390-7	См. табл.13	См. табл.19а	-30 кг/м <sup>3</sup>	Не ограничено
То же легкого	EN 12390-7	См. табл.13	См. табл.19а	-30 кг/м <sup>3</sup>	+30 кг/м <sup>3</sup>
В/Ц	См. 5.4.2.	Раз в день	См. табл.19а	Не ограничено	0,02
Расход цемента	См. 5.4.2.	Раз в день	См. табл.19а	-10 кг/м <sup>3</sup>	Не ограничено <sup>1)</sup>
Содержание воздуха при применении воздухововлекающих добавок	EN 12350-7 для тяжелого и ASTM C173 для легкого бетона	Раз в день при отсутствии отклонений	См. табл.19а	-0,5% по абсолютном у значению	+1% по абсолютном у значению
Содержание хлоридов в бетоне	См. 5.4.7.	Для каждого состава повторно, если содержание хлоридов в исходных материалах увеличено	0	Не органичено <sup>1)</sup>	Превышение предельных значений не допускается

<sup>1)</sup> Если ограничение не задано

Таблица 18

## Критерии соответствия по удобоукладываемости

Метод определения		Минимальное число проб и замеров	Допустимый разброс	Допустимое отклонение для любого частного значения	
				Мин.	Макс.
Визуальная оценка	Сравнение вида бетонной смеси с нормальной	Каждый замес, каждая поставка автотранспортом	-	-	-
Осадка	EN 12350-2	<sup>1)</sup> При отборе проб для изготовления образцов, испытываемых на сжатие; <sup>2)</sup> При определении содержания воздуха; <sup>3)</sup> В случае сомнения при визуальной оценке.	См. табл. 19 в	-10 мм	+20 мм
				-20 мм <sup>2)</sup>	+30 мм <sup>2)</sup>
Вебе	EN 12350-3			-4 с	+2 с
				-6 <sup>2)</sup>	+4 <sup>2)</sup> сек
Уплотнение	EN 12350-4			-0,05	+0,03
		-0,07 <sup>2)</sup>	+0,05 <sup>2)</sup>		
Распływ	EN 12350-5			-15 мм	+30 мм
				-25 мм <sup>2)</sup>	+40 мм <sup>2)</sup>

Примечание:

В случаях, когда нет ограничений по верхнему или нижнему значению характеристик консистенции, критерии, приведенные в табл. 18 не применяются;

Нижние значения в каждой строчке правой колонки относятся к бетонной смеси первой порции из автобетоносмесителя (см. п. 5.4.2).

Таблица 19 а

AQL=4%

Число результатов испытаний	Число
1-2	0
13-19	1
20-29	2
30-29	2
40-49	4
50-64	5
65-79	6
80-94	7
95-100	8

Таблица 19 в

AQL=15%

Число результатов испытаний	Число результатов за допустимыми пределами
1	0
2-4	1
5-7	2
8-12	3
13-19	5
20-31	7
32-49	10
50-79	14
80-100	21

Для большего числа испытаний приемлемое число результатов за допустимыми пределами может быть определено по таблице 2А из ISO 2859-1: 1989, AQL – допустимый предел точности (asseptable quality limit).

## 8.3 Критерии соответствия для бетонов заданного состава

Каждый замес такого бетона оценивается на соответствие состава заданным значениям в части расхода цемента, В/Ц, гранулометрии заполнителей, содержания каждой фракции, содержания химических и минеральных добавок. Вся информация должна быть

показанной на распечатке и отклонение не должно превышать значений данных в таблице 21. Для водо-вяжущего отношения должны быть в пределах  $\pm 0,04$ .

Для бетона заданного состава эквивалентные допуски могут быть даны в соответствующих стандартах.

Если состав бетона оценивается на основании анализа проб бетонной смеси, методы его определения и ограничения должны быть согласованы между изготовителем и заказчиком заранее, имея в виду упомянутые выше ограничения.

В случае, если консистенция (подвижность) оценивается на соответствие заданным значениям, применяются положения п.8.2.3. и таблицы 18.

Что касается проверки соответствия заданных видов и классов цемента, типа заполнителя, вида химических или минеральных добавок (если они есть), конкретных поставщиков применяемых материалов, то эти сведения могут быть получены путем сравнения записей в производственных журналах и записей в сопроводительной документации.

#### **8.4. Действия при обнаружении несоответствия изготавливаемого бетона заданным требованиям**

В этом случае производитель:

- оценивает результаты проверки и предпринимает немедленные действия по устранению причин несоответствия;  
извещает потребителя для исключения брака на стройке;
- проводит повторные испытания, если они подтверждают несоответствие заданным параметрам, то корректирует производственный процесс;  
информирует заказчика, если им были заданы противоречивые требования к бетону;
- регистрирует предпринятые действия в журнале.

Если отклонения от требуемых показателей возникли в результате добавления на стройплощадке в бетонную смесь воды или добавок (см. п. 7.5), изготовитель предпринимает действия по устранению отклонений, только в том случае, когда он сам разрешил это добавление.

**Примечание:** Если изготовитель обнаружил несоответствие характеристик бетона заданным требованиям и, если результаты дополнительных испытаний это подтверждают, необходимо провести испытания на кернах согласно EN 12504-1, выпиленных из конструкции и/или провести испытания конструкции или сооружения неразрушающим методом, согласно EN 12504-2 или EN 12504-4. Указания по оценке прочности бетона в конструкции приведены в EN 13791

### **9. Производственный контроль**

#### **9.1. Общие показания**

Соответствие свойств бетона заданным требованиям реализуется через систему производственного контроля под ответственность изготовителя.

Производственный контроль включает все меры необходимые для обеспечения заданных требований и предусматривает:

- выбор и контроль качества исходных материалов;
- проектирование состава бетона;  
контроль процесса изготовления бетона;
- производственные инспекции;
- испытания составляющих материалов, незатвердевшего и затвердевшего бетона;
- проверку и тарировку оборудования;

- проверку оборудования для транспортировки бетонной смеси;
- контроль соответствия согласно положениям, изложенным в главе 8.

Требования по производственному контролю должны учитывать мощность и вид производства, характер работ, вид оборудования, процедуры и правила принятые на данном производстве и стройплощадке, где используют бетон.

Специальные требования могут быть необходимы при возведении особо ответственных или специальных сооружений.

**Примечание:** Раздел 9 настоящего стандарта составлен с учетом принципов контроля качества продукции, сформулированных в стандарте EN ISO 9001.

### 9.2. Системы производственного контроля

Полномочия, ответственность и взаимодействие персонала, который занят управлением, выполнением и проверкой операций, могущих повлиять на качество бетона, должны быть определены и закреплены в системе производственного контроля (системе управления качеством продукции). В частности, этот персонал должен иметь необходимую квалификацию для понимания причин возможного снижения качества бетона и необходимую свободу принятия решений для устранения этих причин. Нарушения технологии, приводящее к снижению качества продукции, должны обязательно регистрироваться.

Система управления качеством продукции на заводе должна проверяться каждые два года органами управления компании для оценки эффективности ее функционирования. Результаты этой проверки должны оформляться актом, который должен храниться в течение трех лет, не менее. Система управления качеством продукции должна быть оформлена в виде пакета документов и соответствующих инструкций.

Операции по осуществлению контроля и инструкции должны включать (там, где это целесообразно) процедуры контроля, приведенные в таблицах 22, 23 и 24 настоящего стандарта. В упомянутых документах должна быть указана периодичность проведения инспекций и проверок системы управления качеством продукции и зафиксированы результаты этих проверок.

### 9.3. Данные контрольных процедур

Все контролируемые параметры должны регистрироваться и храниться в течение 3 лет или дольше в зависимости от спецификации производства. Сведения, которые должны регистрироваться, даны в таблице 20.

Таблица 20

Данные производственного контроля, обязательные для документирования

Продукция	Должно быть зафиксировано
1	2
Цемент, заполнители, химические добавки, минеральные добавки	поставщик, карьер - номера и дата сопроводительных документов
Вода затворения (для питьевой воды не обязательно)	время и место взятия пробы ссылки на протоколы испытаний
Испытания составляющих материалов	даты и ссылки на протоколы испытаний
Составы бетонных смесей	- описание бетона (заданного качества, заданного состава) - состав по массе для замеса или отгрузки, В/Ц, цемента, содержание хлоридов - код партии

1	2
Бетонная смесь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- время и место отбора проб</li> <li>- время и место укладки в сооружении (если известно)</li> <li>- подвижность (метод испытания и результат)</li> <li>- плотность (по требованию)</li> <li>- В/Ц (по требованию)</li> <li>- температура смеси (по требованию)</li> <li>- содержание воздуха (по требованию)</li> <li>- шифр образцов для испытаний</li> <li>- объем замеса бетона или отгрузки.</li> </ul>
Затвердевший бетон	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дата испытания</li> <li>- шифр и возраст образцов</li> <li>- результат испытания с указанием плотности и прочности</li> <li>- примечания (например, характер разрушения)</li> </ul>
Оценка соответствия	- соответствует / не соответствует ТУ, требованиям проекта, заказа или стандарта
Товарный бетон	<ul style="list-style-type: none"> <li>-наименование подрядчика (покупателя)</li> <li>- стройплощадка (объект) дата и номер накладной от партий, где взяты пробы</li> <li>- копии сопроводительных накладных</li> </ul>
Сборный железобетон	- дополнительные сведения в зависимости от вида продукции

#### **9.4. Испытания**

Испытания должны проводиться по методике, указанной в стандартах или других согласованных документах. В отдельных случаях могут использоваться косвенные методы испытаний. При этом должны быть установлены надежные корреляции между прямыми и косвенными методами испытаний. Достоверность корреляционных зависимостей в установленных интервалах должна быть подтверждена. Эти подтверждения выполняются отдельно для каждого завода, если условия производства там отличаются. В отдельных случаях имеются зависимости, закрепленные в стандартах действующих на месте применения бетона.

#### **9.5. Составы бетона и первичные подборы**

При применении новых составов проводятся предварительные подборы и испытания. Если имеется надежная практика работы с различными составами и новый состав имеет аналоги, то предварительные испытания не обязательны. Они также не обязательны при работе с заказными составами (бетон заданного состава). Подборы и испытания нужны также при существенном изменении исходных составляющих бетона.

Первичные подборы могут выполняться путем интерполяции между известными составами при условии отклонений по прочности в пределах 5 МПа.

Составы бетонов периодически должны проверяться для уточнения их соответствия предъявляемым требованиям с учетом изменения составляющих материалов и результатов испытаний.

#### **9.6. Персонал, оборудование и установки**

##### **9.6.7. Персонал**

Знание, квалификация и опыт персонала, ведущего производственный контроль, должен соответствовать уровню технологии производимого бетона. Необходимо вести журнал обучения персонала.

**Примечание:** В некоторых странах квалификационные требования стандартизированы в зависимости от сложности технологии.

## **9.6.2. Оборудование и установки**

### **9.6.2.1. Хранение материалов**

Необходимый объем производства бетона должен обеспечиваться соответствующим объемом поставок исходных материалов.

Различные виды материалов должны храниться таким образом, чтобы обеспечить сохранение во времени их основных характеристик и исключить их перемешивание, загрязнение или порчу. В частности: цемент и добавки должны быть защищены от влаги и загрязнений при транспортировке и складировании. Различные марки цемента должны храниться отдельно, а силосы иметь четкую маркировку, чтобы ошибки при его заборе исключились. Равным образом должно быть организовано и хранение цемента в мешках.

Добавки должны храниться и использоваться в строгом соответствии с указаниями поставщика. Указания поставщика должны учитываться и при организации хранения других материалов.

Все хранилища должны иметь устройства для забора проб.

### **9.6.2.2. Дозировочное оборудование**

Дозировочные устройства должны обеспечивать дозировку составляющих бетон материалов с точностью, указанных в п. 9.7.

После 1 января 2003 года точность дозировочного оборудования должна соответствовать требованиям, приведенным в директиве 90/384 Европейской комиссии. Точность дозировочного оборудования должна оцениваться в соответствии с указаниями EN 45501:1992 и должна быть не ниже IV класса для цемента, заполнителей, химических добавок и минеральных добавок.

Число делений на шкале весового оборудования должно быть:

- для взвешивания химических добавок, не менее 1000,
- для взвешивания цемента, воды и минеральных добавок, не менее 500.

Точность оборудования для объемной дозировки должна быть не ниже точности, указанной в OIML R117.

Оборудование, не отвечающее требованиям, приведенным выше, может использоваться до 01.01.2003 года при условии, если оно соответствует требованиям территориальных стандартов, действующих на момент публикации EN 206-1.

### **9.6.2.3. Смесители**

Смесители должны обеспечивать равномерное распределение перемешиваемых материалов в пределах установленного времени. Автобетоносмесители должны обеспечивать доставку бетонной смеси в гомогенном состоянии и должны быть оборудованы дозировочными и распределительными устройствами, если, под ответственность изготовителя, вода или добавки вводятся в бетонную смесь на месте доставки.

### **9.6.2.4. Испытательное оборудование**

Все испытательное оборудование должно иметь инструкции по его использованию, а также регулярно проходить тарирдвку и поверку. Дата следующей поверки должна быть заранее известна.

## **9.7. Дозировка составляющих материалов**

Утвержденные инструкции для операторов смесительного оборудования с указанием данных о смешиваемых материалах должны быть вывешены на видном месте.

Точность дозировки должна соответствовать данным, указанным в таблице 21. Эти данные относятся к объемам 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси и более.

Таблица 21.

Точность дозировки	
Цемент, вода, заполнители, минеральные добавки, добавляемые в объеме >5% от массы цемента	±3%
Химические добавки, добавляемые в объеме <5% от массы цемента	±5%

Под точностью дозирочных устройств понимается разница между заданным и измеренным значением количества того или иного материала.

Цемент, заполнители и минеральные добавки в виде порошков должны дозироваться по массе. Другие методы допускаются при обеспечении необходимой точности. Вода дозируется по объему. Легкие заполнители, химические добавки, жидкие добавки и вода дозируются по объему или по массе.

### **9.8. Перемешивание бетонной смеси**

Перемешивание бетонной смеси осуществляется в механических смесителях, отвечающих требованиям п. 9.6.2.3., до достижения гомогенности. Время перемешивания исчисляется с момента поступления в смеситель последнего компонента смеси, миксер не должен быть загружен свыше расчетного объема.

Химические добавки должны вводиться в процессе перемешивания, за исключением супер- и обычных водопонижающих добавок, которые могут вводиться в конце перемешивания. После ее введения бетонная смесь должна быть перемешана заново с тем, чтобы добавка была равномерно распределена по объему смеси и ее эффект проявился наиболее полно.

**Примечание:** В автобетоносмесителях при применении добавок время перемешивания должно быть не менее 1 мин/м<sup>3</sup> и не менее 5 мин. после введения химической добавки.

При перемешивании легкого бетона с применением сухого заполнителя период от начала перемешивания (например, перемешивание в автобетоносмесителе) должен быть продлен для создания условий поглощения воды и удаления воздуха из заполнителя с тем, чтобы избежать ухудшения свойств бетона в затвердевшем состоянии.

После выгрузки из автобетоносмесителя вводить в бетон какие-либо ингредиенты не разрешается.

### **9.9. Процедура производственного контроля**

Составляющие материалы и оборудование должны проверяться на соответствие требованиям настоящего стандарта. Контроль должен выполняться таким образом, чтобы изменения в материалах, нарушение технологии могли быть обнаружены в процессе контроля и проведены соответствующие корректирующие действия.

Частота контроля и виды его для составляющих материалов даны в таблице 22.

**Примечание:** Таблица составлена в предположении, что контроль этих материалов осуществляется изготовителем бетона на месте их производства и что материалы поставляются к месту изготовления бетона с декларацией или сертификатом соответствия требованиям соответствующих технических условий. Если сертификата нет, то изготовитель бетона осуществляет контроль получаемых материалов у себя, пользуясь соответствующими стандартами.

Контроль оборудования должен подтвердить, что дозировочное и весовое оборудование, хранилища, смесители и приборы управления и регистрации (например, определения влажности заполнителя) находятся в рабочем состоянии и соответствуют требованиям настоящего стандарта. Периодичность инспектирования и испытаний даны в таблице 23.

Заводское оборудование и транспорт должны подвергаться планово-предупредительному ремонту и поддерживаться в состоянии, обеспечивающем надлежащее качество бетона.

Процедуры контроля, обеспечивающие выполнение требований к бетону заданного качества приведены в таблице 24.

Характеристики бетона заданного состава в части его консистенции (подвижности смеси) и температуры, в случае надобности, контролируются также в соответствии с табл. 24 (п. 2-6 и 9-14).

Контроль всех видов бетона включают процесс производства, транспортировки смеси и разгрузку.

Для некоторых бетонов выполнение дополнительных требований может быть необходимо. Так, для особо прочных бетонов, такие требования приведены в приложении Н. Если контракт содержит какие-то особые требования, то они должны выполняться дополнительно к тем, которые указаны в табл. 22-24. Действия, указанные в этих таблицах могут в определенной мере быть изменены применительно к местным условиям.

Таблица 22.

Контроль материалов

№ № п/п	Материал	Проверка	Цель	Периодичность
1	2	3	4	5
1.	Цемент <sup>1)</sup>	Изучение накладных или сопроводительных документов до начала	Проверка на соответствие заказу и данных	Каждая поставка
2.	Заполнители	Проверка накладных до начала разгрузки <sup>2)</sup>	Соответствие заказанному и правильность	Каждая поставка
3.		Внешний осмотр до начала разгрузки	Наличие посторонних включений и загрязненность	Каждая поставка
4.		Рассев на ситах согласно EN 933-1	Оценка соответствия стандартам или согласованной	Первая поставка с нового карьера. Периодически, при изменении поставок <sup>5)</sup>
5.		Контроль загрязненности	Оценка загрязненности	Первая поставка с нового карьера. Периодически <sup>5)</sup>
6.		Испытание на водопоглощение по EN 1097-6	Для определения истинного количества воды в бетоне см.	Первая поставка с нового карьера; при наличии сомнения
7.	Легкий или обособтяжелый заполнитель	Испытания по стандарту EN 1097-3	Замер плотности	Первая поставка с нового карьера; периодически <sup>5)</sup> в зависимости от поставки
8.	Добавки химические <sup>3)</sup>	Проверка накладных и товарных этикеток до разгрузки <sup>4)</sup>	Проверка соответствия заказу	Каждая партия
9.		Проверка по EN 934-2, т.е., плотность	Проверка данных производителя	В случае сомнения

1	2	3	4	5
10.	Добавки (минеральные сухие) <sup>3)</sup>	Проверка накладных <sup>5)</sup> до разгрузки	Проверка соответствия заказу	Каждая партия
11.	Добавки (минеральные сухие) <sup>3)</sup>	Проверки на потери при прокаливании для золы-унос	Проверка содержания углерода, что может влиять на воздухововлечение	Каждая партия, предназначенная для изготовления бетона с воздухововлечением или если нет информации от поставщика
12.	Добавки суспензии <sup>3)</sup>	Проверка накладных до разгрузки	Проверка соответствия	Каждая партия
13.	Добавки суспензии	Определение плотности	Определение гомогенности	Каждая партия и периодически в процессе производства бетона
14.	Вода	На соответствие стандарту EN1008	Отсутствие вредных примесей, если вода не	Проводится для не питьевой воды или для нового источника

**Примечания:** <sup>1)</sup> При хранении цемента пробы отбираются раз в неделю от каждого вида в случае сомнения по качественным характеристикам.

<sup>2)</sup> Сопроводительная документация должна содержать информацию о наличии и количестве хлоридов и характеристики реакционной чувствительности к щелочам в соответствии с территориальными нормами.

<sup>3)</sup> Рекомендуется образцы химдобавок отбирать от каждой партии и сохранять.

<sup>4)</sup> В накладной должен быть указан номер сертификата соответствия или декларация производителей о соответствии.

<sup>5)</sup> Этот контроль не обязателен, если сертифицирована система контроля производства заполнителя.

Таблица 23.

Контроль оборудования

№ пп	Оборудование	Вид контроля	Цель	Периодичность
1	2	3	4	5
1.	Бурты, силосные банки	Визуальная проверка	Оценить соответствие требованиям	Раз в неделю
2.	Весовое оборудование	Вид, проверка в действии	Оценить чистоту рабочего места и работоспособность рычагов и кнопок управления	Ежедневно
3.		Тарировка	Оценка точности согласно п. 9.6.2.2.	При установке; периодически <sup>1)</sup> в соответствии с требованиями стандартов
4.	Дозатор добавок, в том числе установленный на автобетоносмесителях	Визуальный	Оценить чистоту дозатора и правильность показаний	Первая дозировка в день для каждого вида добавок
5.		Тарировка	Избегать неправильной дозировки	При установке; периодически <sup>1)</sup> ; в случаях сомнения

1	2	3	4	5
6.	Водомер	Сравнение отмеренного количества с показаниями шкалы	Дозировка по п.9.6.2.2.	При установке; периодически <sup>1)</sup> ; в случаях сомнения
7.	Прибор для определения влажности мелкого заполнителя	То же	Оценить точность показаний	При установке; периодически <sup>1)</sup> ; в случаях сомнения
8.	Дозаторы	Визуальный осмотр	Убедиться, что дозаторы работают	Ежедневно
9.		Сравнение количества дозируемых составляющих с показаниями приборов: при автоматической дозировке с	Оценить точность, согласно таблицы 2 1	При установке; периодически; в случаях сомнения
10.	Испытательное оборудование	Проверка по соответствующим стандартам	Оценка соответствия	Периодически <sup>1)</sup> для прессов не менее раза в год
11.	Смесители, включая АБС	Визуальный осмотр	Оценить износ трущихся частей	Периодически <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Частота контроля зависит от вида оборудования и условий производства.

Таблица 24.  
Контроль производственных операций и характеристик бетона

№№ пп	Вид испытаний	Проверка	Цель	Периодичность
1	2	3	4	5
1.	Свойства бетона заданного качества	Предварительный подбор. См. приложение А	Обеспечение свойств заданным значениям, с соответствующими	До начала производства бетона нового состава
2.	Уровень влажности в мелком заполнителе	Непрерывный приборный контроль или высушиванием, или аналогичный	Определение массы сухого заполнителя и количества добавляемой воды	Если нет непрерывного контроля, то ежедневно в зависимости от местных и погодных условий, чаще или реже.
3.	Содержание воды в крупном заполнителе	Высушивание или аналогичный контроль	Определение массы сухого заполнителя и объема дополнительно вводимой воды	В зависимости от местных и погодных условий
4.	Содержание воды в бетонной смеси	Определение количества воды <sup>2)</sup>	Определение фактического В/Ц	Каждый замес или поставка
5.	Содержание хлоридов в бетоне	Предварительные определения путем расчета	Убедиться, что максимально допустимый предел не превышен	При проведении предварительных подборов. В случае повышенного содержания хлоридов в составляющих
6.	Консистенция	Визуально	Сравнить с нормальной по виду	Каждый замес или отгрузку
7.	Консистенция	Определение по EN 12350-2,3,4 или 5	Оценка на соответствие заданным значениям, контроль изменения	При изготовлении образцов для испытания в затвердевшем виде

1	2	3	4	5.
			содержания воды	потабл 13. Определение содержания воздуха в случае сомнений при визуальном осмотре
8.	Плотность бетонной смеси	по EN 12360-6	При контроле плотности легкого или сверхтяжелого бетона, при подборе состава	Ежедневно
9.	Содержание цемента в бетонной смеси	Проверка расхода цемента <sup>2)</sup>	Контроль содержания цемента и получение данных для определения	Каждый замес
10.	Содержание минеральных добавок в бетонной смеси	Проверка количества минеральных добавок <sup>2)</sup>	Контроль содержания минеральных добавок и определения В/Ц (см. п. 5.4.2)	Каждый замес
11.	Содержание химических добавок в бетонной смеси	Проверка по массе или объему содержания хим. добавок <sup>2)</sup>	Контроль содержания добавок	Каждый замес
12.	В/Ц в бетонной смеси	Вычислением или экспериментально (см. п. 5.4.2.)	Для определения получения заданного В/Ц	Ежедневно или как указано
13.	Содержание воздуха в бетонной смеси	По EN 12350-7 для обычного и сверхтяжелого бетона, для легкого бетона по ASTM C 173	Для контроля содержания воздуха по отношению к заданному значению	Для бетона с воздухововлечением: первый замес, ежедневно до стабилизации значения
14.	Температура бетонной смеси	Замер температуры	Для контроля заданного значения или минимально допустимого +5°C	Если температура смеси задана: периодически в зависимости от погодных условий; каждый замес, если требуемая температура находится вблизи
15.	Плотность легкого или сверхтяжелого затвердевшего бетона	по EN 12390-7 <sup>1)</sup>	Для оценки заданной плотности	Если плотность задана, то так же часто, как и испытания на прочность
16.	Прочность на сжатие	по EN 12390-3	Для оценки заданной прочности бетона	Так часто, как это требуется при контроле соответствия (см. п. 8.1., 8.2.1.)

**Примечания:** <sup>1)</sup> Может также испытываться в водонасыщенном состоянии при наличии надежных взаимозависимостей между плотностью в сухом и водонасыщенном состоянии.

<sup>2)</sup> Там, где записывающая аппаратура не используется и в случае превышения точности дозировки в сторону увеличения, реальное содержание материалов по п.п. 9., 10, 11 необходимо отразить в рабочем журнале.

## 10. Оценка соответствия заданным требованиям

### 10.1 Общие положения

Изготовитель бетона несет ответственность за проведение контроля соответствия характеристик изготавливаемого бетона заданным требованиям. Для этого изготовитель должен обеспечивать выполнение следующих процедур:

- a) первичные подборы и испытания, там где это необходимо (см. п. 9.5. и приложение А);
- b) ведение текущего производственного контроля (см. главу 9);
- c) оценку соответствия (см. главу 8).

Рекомендовать ли проведение контрольных испытаний путем привлечения третьей стороны (органов инспекции или сертификации) или нет, зависит от уровня эксплуатационных требований, предъявляемых к бетону, ответственности сооружения и уровня обеспечения однородности составов бетона.

Как правило, рекомендуется проведение таких инспекций и сертификационных испытаний. Однако, это не является необходимым в случае применения стандартизированных заданных составов с достаточно широкими допусками по обеспечению однородности бетона (см. приложение А.5) при невысоких прочностях бетона ограниченного применения (см. п.6.4.).

Для продукции заводов сборного железобетона критерии оценки соответствия содержатся в соответствующих технических документах (стандарты на продукцию и технические свидетельства).

### 10.2. Оценка, надзор и сертификация систем производственного контроля

Нередко, по условиям контракта. или требованию местных регламентов, сама служба производственного контроля изготовления бетона должна инспектироваться аккредитованным органом и сертифицироваться органом, по сертификации. Процедуры надзора, оценки и сертификации для этого случая изложены в Приложении С (обязательном).

## 11. Обозначение бетона заданного качества

В случаях, когда обозначение характеристик бетона заданного качества (см. п. 3.1.11.) необходимо дать в сокращенном виде, следует использовать следующие форматы:

- ссылки на данный евростандарт EN 206-1;
- обозначение класса по таблицам 7 и 8, например, С30;
- обозначение предназначенных сред эксплуатации по таблице 1, перед обозначением национального стандарта <sup>1)</sup> что, определит ограничения по составам бетона и его характеристикам, например XD2(F), где F означает, что должны применяться положения французского стандарта;
- обозначение предельного содержания хлоридов в виде класса из таблицы 10, например, С10,2;
- максимальный размер заполнителя, так как это обозначено в п. 4.2.2., например, D<sub>max</sub> 22;
- плотность, как она обозначена в таблице 9, например D1,8;
- консистенция в виде марки по п. 4.2:1 или по заданному значению.

---

1) после обозначения страницы могут быть приведены другие обозначения национальных стандартов

## Предварительные подборы составов бетона

### А.1. Общие положения

Это приложение расшифровывает указания по первичным подборам и испытаниям, приведенным в п.п. 5.2.1., 6.1 и 9.5.

Предварительные подборы проводят до того, как новый состав бетона начнет применяться для массового производства. Если производитель или проектировщики предложат состав, эффективно себя показавший в течение длительного времени, для данных условий эксплуатации предварительные подборы составов могут не проводиться.

### А.2. Лица, ответственные за проведение предварительных подборов составов бетона

Предварительные подборы составов проводятся для бетона заданного качества производителем, а для бетонов заданных составов и стандартизированных составов — их разработчиком.

### А.3. Частота предварительных подборов и испытаний

Предварительные (начальные) подборы проводятся до начала реального применения бетона на конкретном объекте с целью уточнения его состава и выявления свойств как в незатвердевшем виде (бетонная смесь), так и в затвердевшем виде.

Предварительные подборы и испытания проводятся каждый раз заново, когда меняются составляющие материалы или изменяются требования, на основании которых эти испытания были проведены.

### А.4. Условия испытания составов

Предварительные подборы и испытания необходимо проводить на бетонной смеси при температуре +15...22 С.

**Примечание:** Если температура на реальном объекте будет иная или будет применена тепловая обработка, предварительные подборы и испытания должны быть выполнены с учетом этих факторов.

Для каждого вида должно быть испытано не менее трех образцов из каждого из трех замесов одинакового состава. Если такие подборы и испытания проводятся для подбора составов семейства бетонов, число образцов должно охватывать все возможные составы семейства. В этом случае, число замесов одного состава бетона может быть снижено до одного.

Среднее из результатов испытаний серии представляет собой прочность бетона данной поставки или замеса.

Время, прошедшее между окончанием смешивания и отбором проб для определения удобоукладываемости, должно регистрироваться.

При разработке стандартизированных составов обычно требуется существенно больше образцов, с тем, чтобы охватить все разрешенные к применению материалы, которые могут быть использованы для производства бетона. Результаты этих подборов и испытаний обычно обобщаются в ответственных нормативных документах национального уровня.

## **А.5. Критерии приемлемости результатов предварительных подборов и испытаний**

Вид смесителя и технология перемешивания, применяемые для приготовления бетона для предварительных подборов, должны быть аналогичны виду и технологии реального производства. Если отличия в оборудовании имеются, то это обстоятельство должно приниматься во внимание.

Прочность на сжатие образцов данного состава, который должен быть одобрен, должен превышать значения прочности (класс), приведенные в таблице 6 и 7, на определенную величину. Эта величина должна согласовываться с критериями соответствия, приведенными в пункте 8.2.1. Эта величина должна превышать стандартное отклонение примерно в два раза или на 6-12 МПа в зависимости от условий производства, исходных материалов и доступности предыдущей информации об их изменчивости. Для разрабатываемых стандартизированных составов результат предварительных испытаний должен превышать  $f_{ck}$  по табл. 7 или 8 на 12 МПа, т.е

$$f_{cm} = f_{ck} + 12$$

Подвижность бетонной смеси должна находиться в допустимых пределах значений для соответствующего класса по подвижности в возрасте, который примерно должен соответствовать возрасту в момент укладки бетона в дело.

Другие характеристики также должны находиться в допустимых пределах.

## Проверка принадлежности бетона к заявленному классу на сжатие

### В.1 Общие положения

Данное приложение дополняет положения, изложенные в п. 8.2.1.1.

Данные испытания ставят своей целью определить принадлежность испытываемого бетона к заявленному изготовителем классу по прочности на сжатие.

### В.2 Отбор образцов и план испытаний

Испытания на принадлежность к данному классу прочности выполняются для определенного объема бетона.

Объем бетона, для которого проводятся приемочные испытания, должен определен покупателем в пределах;

- одной поставки или отгрузки при возникновении сомнения в его качестве;
- объема, поставляемого для одного этажа здания или партии балок (плит и колонн), стеновых панелей в пределах этажа или сопоставимой части сооружения;
- не более, чем на 400 кубометров бетона или не более. Чем для недельного объема производства.

Пробы бетона должны быть отобраны в соответствии с EN 12350-1.

Образцы должны быть изготовлены и выдержаны до испытаний в условиях, согласно EN 12390-2. Прочность бетона на сжатие определяется в соответствии с EN 12390-3.

Прочность на сжатие должна определяться на основании испытания и браться как среднее значение при испытании двух или более образцов, изготовленных из одной пробы в одинаковом возрасте. Если разброс результатов 15% от среднего значения, то такие испытания должны быть отбракованы, пока дополнительный анализ не выявит причин разброса и выпавшим каким-то одним результатом можно будет пренебречь.

### В.3 Критерии при надлежности при испытании на сжатие

#### В.3.1 Испытания бетона в условиях сертифицированного производственного контроля

Проверка принадлежности бетона осуществляется по результатам индивидуальных испытаний и по среднему значению несопадающих отдельных результатов “n”, как указано в таблице В1.

Таблица В1

Число результатов “n”	Критерий 1	Критерий 2
	Среднее из “n” результатов $f_{cm}$ , МПа	Любой частный результат $f_{ci}$ , МПа
1	-	$\geq f_{ck} - 4$
2-4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5-6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

**Примечание:** Критерии в таблице В1 дают вероятность того, что только объём 1% объема бетона отбраковывается.

### **В.3.2 Бетона, испытываемый в условиях несертифицированного производственного контроля**

Не менее трех образцов должно быть взято для испытаний из каждой партии бетона. Бетон считается принадлежащим к данному классу прочности на сжатие, если выполняются критерии п. 8.2.1.3, таблицы 14 для предварительных подборов и испытаний.

## Положения по проверке, надзору и сертификации производственного контроля

### С.1 Общие положения

Данное положение дополняет главу 9 при возникновении необходимости осуществления уполномоченным органом надзора за деятельностью и сертификации системы контроля качества продукции.

### С.2 Задача проверяющего органа

#### С.2.1 Начальная проверка систем контроля качества продукции

Начальная инспекция завода по производству бетона и его контрольных служб выполняется уполномоченным органом и ставит своей задачей определить наличие необходимых условий (оборудование, квалификация персонала, наличие инструкций, техдокументации) для производства товарного бетона и возможностей осуществления производственного контроля.

Уполномоченный орган, как минимум, должен проверить:

- наличие и содержание инструкций для службы технического контроля, проверить уровень этих инструкций, в частности, проверить содержат ли эти инструкции положения по производственному контролю, приведенные в главе 9 настоящего стандарта;
- наличие инструкций для персонала по обеспечению качества, вывешенных в видном месте;
- знания, квалификацию и опыт производственного персонала;
- проходит ли смесительное и дозировочное оборудование и приборы для испытания материалов необходимые поверки и тарировки;
- выполняются ли процедуры первичных подборов по приложения А настоящего стандарта и регистрируется ли всё это в журналах надлежащим образом;

Если изготовитель использует косвенные методы оценки характеристик бетона или соответствие прочности основано на принципе наложения результатов на основе концепции «семейства бетонов», то инспектируемый орган должен проверить надежность корреляций между прямыми и косвенными методами оценки.

Для подтверждения результатов произведенного контроля, уполномоченный орган должен провести выборочные испытания образцов параллельно с испытаниями, проводимыми изготовителями. Эти испытания могут быть заменены тщательным измерением производственных данных и контрольных записей, если испытательная лаборатория изготовителя аккредитована и регулярно поверяется аккредитованным органом.

Данные проверок, особенно проверок производственного оборудования, систем технического контроля, должны быть оформлены протоколом инспекции.

Если данные проверок удовлетворительны, инспектирующий орган в протоколе отмечает, что производственный контроль на данном предприятии соответствует положениям главы 9 настоящего стандарта. Один экземпляр протокола передается изготовителю, второй – органу по сертификации.

**Примечание:** На основе этого документа орган по сертификации принимает решение системы производственного контроля данного предприятия (см. С.3.1).

## **С.2.2 Инспекция состояния производственного контроля**

### **С. 2.2.1. Плановая (текущая) инспекция**

Главным объектом такой инспекции со стороны инспектирующего органа является проверка условий и согласованных процедур, необходимых для выполнения производственного контроля. В таких целях протокол предварительной инспекции используется для констатации факта наличия производственного контроля.

Производитель ответственен за поддержание производственного контроля на соответствующем уровне. При реконструкции или изменении технологии производства об этих изменениях производитель должен сообщить инспектирующему органу, который принимает решение о необходимости новой инспекции.

В процессе плановой инспекции должно быть, как минимум, проверено:

- организация производства, порядок отбора проб испытаний контрольных образцов;
- ведение журнала регистрации;
- результаты испытаний образцов за требуемый период;
- периодичность проведения испытаний;
- периодичность планово-предупредительных ремонтов оборудования, его содержание;
- периодичность тарировки и калибровки приборов и испытательной техники;
- инструктивный перечень действий в случае обнаружения брака;
- отпускную документацию на готовую продукцию, а также декларацию о соответствии продукции заданным требованиям.

Для проверки правильности результатов производственного контроля, инспектирующий орган должен в процессе проведения плановой инспекции выборочно провести испытания проб из текущей продукции. Момент отбора проб заранее не объявляется. Частота отбора таких проб зависит от вида продукции и оборудования. В отдельных случаях параллельные испытания могут быть заменены тщательной проверкой записей текущих контрольных испытаний при условии, что испытательная лаборатория аккредитована и регулярно проверяется аккредитованным органом.

Бетон заданного качества должен испытываться для определения заданных характеристик, например, прочности, подвижности.

Для бетона заданного состава должны проверяться только подвижность и рецептура. Следует сопоставить результаты текущих производственных и инспекционных испытаний. Инспектирующий орган периодически проверяет корреляцию между прямыми и косвенными методами испытаний и соотношению характеристик бетонов одного семейства (см. п. 3.1.14).

Результаты плановой инспекции оформляются в виде протокола, один экземпляр которого направляется изготовителю, а другой органу по сертификации.

Плановая инспекция должна выполняться не менее двух раз в год, за исключением случаев, когда сертификационные требования определяют частоту инспекций в сторону увеличения или уменьшения.

### **С.2.2.2 Внеплановая инспекция**

Внеплановая инспекция может потребоваться в случае:

- при существенных отклонениях, выявленных при плановой инспекции;
- при остановке производства более чем на 6 месяцев;
- по просьбе производителя при изменении технологии производства;
- по решению сертификационного органа.

Характер и время внеплановой инспекции зависит от конкретных обстоятельств.

## **С.3 Задачи органа по сертификации**

### **С.3.1 Сертификация и производственный контроль**

Орган по сертификации сертифицирует систему производственного контроля на основании данных протокола инспекционного органа, где должно быть заключение о соответствии этой системы необходимым требованиям.

Продление срока действия сертификата осуществляется органом по сертификации на основании данных регулярного надзора за системой производственного контроля.

### **С.3.2. Меры, принимаемые при обнаружении несоответствия характеристик бетона заданным требованиям.**

При обнаружении несоответствия характеристик бетона заданным требованиям или при обнаружении нарушенной технологии в процессе производства, или нарушений, отмеченных контролирующими органами и которые изготовитель бетона не учел (см п. 8.4), орган по сертификации предписывает изготовителю исправить обнаруженные нарушения в определенный короткий срок. Исправление нарушений должно быть немедленно приостановлено и сертификат отозван

**Примечание:** Производитель должен быть проинформирован об отзыве или приостановке действия сертификата и его продукт не может в дальнейшем продаваться, как соответствующий сертификату.

При незначительных отклонениях сертификат может не отбираться, если производитель оперативно устранил отмеченные недостатки.

**Библиография**

ENV 1992-1.1

Расчет железобетонных конструкций. Часть 1-1 — Общие нормы и правила для зданий.

EN 12390-4.

Испытания затвердевшего бетона. Часть 4: Испытание на сжатие — Требования к прессам.

EN 12390-5

Испытания затвердевшего бетона. Часть 5: Испытание на растяжение при изгибе.

EN 12390-8

Испытание затвердевшего бетона. Часть 8: Определение проникания воды под давлением.

EN 12504-1

Испытание бетона в конструкции. Часть 1: Керны — выбуривание, оценка пригодности и испытание на сжатие.

EN 12504 — 2

Испытание бетона в конструкции. Часть 2: Неразрушающие методы — определение прочности методом упругого отскока.

EN 12504-3

Испытание бетона в конструкции. Часть 3: Испытание методом отрыва со скалыванием.

EN 12504-4

Испытание бетона в сооружении. Часть 4: Определение прочности по скорости ультразвука.

EN 13670-1

Бетонные работы. Часть 1: Общие правила

EN 13791

Оценка прочности бетона в конструкции и строительных элементах.

EN ISO 9001

Управление качеством продукции

CR 1901

Региональные нормы по предупреждению повреждений вследствие щелочных реакций в бетоне.

CR 13901

Применение концепции «семейства бетонов» для контроля качества продукции и оценки соответствия.

CR 13901

Определение водоцементного соотношения.

СЕВ (ЕКБ)

Бюллетень №197 – Высокопрочный бетон. Обзор. SR 90.1-1990.

**Указание по применению концепции эквивалентных эксплуатационных характеристик бетона**

Ссылка на это приложение см. п.п. 5.2.5.1 и 5.2.5.3.

Эксплуатационная долговечность бетона с минеральными добавками должна быть, как минимум, такой же, что и контрольного бетона без минеральных добавок, что должно быть подтверждено испытаниями.

Контрольный бетон должен:

- быть приготовленным на цементе, отвечающем EN 197-1 при соответствующем сочетании цемента и минеральной добавки;
- отвечать требованиям п. 5.3.2 в части учета среды эксплуатации бетона.

Если нет в наличии соответствующего цемента, следует применять СЕМ.1.

Испытания должны быть поставлены таким образом, чтобы наглядно продемонстрировать, что бетон с миндобавкой имеет такую же долговечность, что и контрольный бетон. Воздействие на бетоны должно быть в соответствии с заданным классом среды эксплуатации.

Испытание следует проводить в одно время в той же лаборатории, аккредитованной для проведения подобных испытаний. Методика испытаний должна обеспечивать достоверность результатов и быть адекватной методике испытаний бетона, приготовленного на цементе по EN 197-1, в части выполнения требований п 5.3.2 для соответствующей среды эксплуатации.

Составы, на которых проводятся испытания, должны иметь следующие ограничения:

- общее количество минеральной добавки, включая ту часть, которая была введена в цемент, должно быть в пределах ограничений содержащихся в EN 197-1 для соответствующего типа цемента;
- сумма минеральной добавки и цемента должна быть по меньшей мере, равна расходу цемента по п. 5.3.2 для соответствующего класса среды эксплуатации;
- соотношение вода/цемент + миндобавка должно быть не ниже указанного в п. 5.3.2 для соответствующего класса среды эксплуатации.

**Рекомендации по граничным значениям  
характеристик состава бетона**

Это приложение содержит рекомендации по граничным значениям характеристик состава бетона для обеспечения долговечности конструкции в течение не менее, чем 50 лет.

Значение величин в Таблице F1 исходят из пересылки обеспечения долговечности конструкции в течение не менее, чем 50 лет.

Значение величин в Таблице F1 относятся к цементу СЕМІ по EN-197-1 и заполнителем с максимальной крупностью 20...30 мм. Минимальный класс по прочности определяется из соотношения между В/Ц и классом бетона, приготовленного на цементе класса 32,5.

Величины максимальных В/Ц и минимального расхода цемента относятся ко всем классам, значение же минимальных значений классов бетона могут быть заданы иначе.

Таблица F1

## Рекомендации по выбору требований к бетону в зависимости от классов сред эксплуатации

	Классы сред эксплуатации																	
	Не агрессивная среда	Карбонизация				Хлоридная коррозия						Замораживание-оттаивание				Химическая коррозия		
						Морская вода			Прочие хлоридные воздействия									
Индекс	ХО	XC 1	XC2	XC3	XC4	XS 1	XS 2	XS 3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA 1	XA 2	XA 3
Максимальное В/Ц	-	0,65	0,6	0,55	0,5	0,5	0,45	0,45	0,55	0,5	0,45	0,55	0,55	0,5	0,45	0,55	0,5	0,45
Минимальный класс по прочности	12	20	25	30	35	30	30	35	30	25	30	30	25	30	30	30	30	35
	15	25	30	37	45	37	37	45	37	30	37	37	30	37	37	37	37	45
Минимальный расход цемента кг/м <sup>3</sup>	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Минимальное воздухововлечение, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 <sup>1)</sup>	4,0 <sup>1)</sup>	4,0 <sup>1)</sup>	-	-	-
Прочие требования	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Заполнитель по EN 12620 с необходимой морозостойкостью			Сульфатостойкий цемент		

## Требования по прочности дозирочного оборудования для приготовления бетонной смеси

### G.1 Общие положения

Данное приложение содержит основные требования EN 45501:1992, как это предписано в п. 9.6.2.2 настоящего стандарта

EN 45501 определяет метрологические требования к неавтоматическому дозирочному оборудованию. Поскольку стандарт для автоматического оборудования пока не готов, EN 206 предписывает применять EN 45501, как к автоматическому, так и неавтоматическому оборудованию. Неавтоматическое оборудование требует вмешательства оператора и должно обеспечивать контроль процесса взвешивания либо на дисплее, либо в распечатке.

### G.2 классы точности

EN 45501 содержит 4 класса точности:

I – Специальная точность;

II – Высокая точность;

III – Средняя точность;

IV – Обычная точность.

Оборудование, где взвешивается цемент, заполнители, вода, минеральные и химические добавки, должно быть не ниже обычного IV класса точности.

### G.3 Классификация приборов

Деление шкал и оптимальная грузоподъемность оборудования приведена в таблице G1, заимствованной из EN 45501, таблица 3

Таблица G1

Класс точности	Точность деления шкалы (e)	Число делений шкалы $e = \frac{\text{максимальный вес}}{e}$	Минимальный вес для избежания значительных ошибок
IV	$5g \leq e$	$100 \leq n \leq 1000$	$10e$

Число делений в шкале весов для взвешивания химических добавок должно быть не менее 1000, для цемента, воды, заполнителей, минеральных добавок не менее 500 (см. 9.6.2.2).

Например:

Весы для взвешивания цемента имеют максимальную грузоподъемность 3000 кг с ценой деления шкалы 5 кг. Число делений шкалы  $n$  составляет  $3000/5=600 \geq 500$ , что удовлетворяет этим требованиям, и требованиям колонки 3 таблицы G1/

Максимально допустимая ошибка определяется данными таблицы D2, взятой из EN 45501.

Таблица G2

Груз (m), выраженный в единицах делений шкалы e	Максимальная допустимая ошибка	
	Начальная проверка	Производственная проверка
$0 \leq m \leq 50e$	$\pm 0,5e$	$\pm 1,0e$
$50e < m \leq 200e$	$\pm 1,0e$	$\pm 2,0e$
$200e < m \leq 1000e$	$\pm 1,5e$	$\pm 3,0e$

#### **G.4. Прочие требования EN 45501**

Стандарт содержит набор требований по поверке весового оборудования и требования к проверочному инструменту.

Обязательные приложения содержат указания по испытанию:

- неавтоматического весового оборудования;
- дополнительные испытания для электронного оборудования.

**Дополнительные требования,  
которые следует учитывать при производстве высокопрочного бетона**

Это приложение содержит некоторые рекомендации в дополнение к таблицам 22, 23, 24 по производственному контролю при изготовлении высокопрочного бетона. Номера горизонтальных строк в таблицах Н1, Н2 и Н3 соответствуют нормам строк соответственно в таблицах 22, 23 и 24 и заменяют или корректируют содержание этих строк.

Таблица Н1

№№ п/п	Материал	Проверка	Цель	Периодичность
4.	Заполнители	Испытание рассеиванием согласно EN 933-1 или документы поставщика	Оценить соответствие выбранной granulометрии	Каждую поставку, если заполнитель поставляется без сертификата и с нарушением допусков по содержанию примесей
9а.	Химические добавки	Испытания на содержание сухого вещества	Сопоставление с данными сопроводительной документации	Каждая поставка, если данные испытаний не представлены поставщиком. В случае сомнения.
9б.	Химические добавки <sup>1)</sup>	Определение плотности	Сравнение с номинальной плотностью	Каждая поставка
11	Минеральные добавки навалом	Испытание на потерю массы при прокаливании	Определение изменений по содержанию включений углерода, что может повлиять на свойства бетонной смеси	Каждая поставка, если данные испытаний не представлены поставщиком.

<sup>1)</sup> Рекомендуется пробы от каждой поставки сохранять

**Примечание:** Дополнительная информация по контролю производства высокопрочного бетона может быть получена из соответствующей литературы, например, Бюллетень ЕКБ №197 – Обзор по высокопрочному бетону. SR 90/1-1990 год.

Таблица Н2

**Контроль оборудования**

№№ п/п	Оборудование	Инспекция, испытание	Цель	Периодичность
1.	Бурты, силосы, банки	Визуальная проверка	Оценить соответствие требованиям	Ежедневно
3а.	Весовое оборудование	Проверка точности	Подтвердить точность	Еженедельно
5.	Дозатор добавок, включая установленные на автобетоносмесителях	Проверка точности	Обеспечение точности дозирования	- при установке - еженедельно - в случае сомнения
6а	Водомер	Сравнение отмеченного количества с заданным	Обеспечение точности соответствия п. 9.7	- при установке - еженедельно - в случае сомнения
7.	Прибор для непрерывного определения влажности мелкого заполнителя	Сравнение замеренного количества	Оценить точность показания	- при установке - еженедельно - в случае сомнения
9.	Дозаторы	Сопоставление отмеряемых объемов составляющих материалов с заданными	Контроль точности в пределах допусков, указанных в таб. 21	- при установке - еженедельно - в случае сомнения

Таблица НЗ

№№ п/п	Оборудование	Инспекция, испытание	Цель	Периодичность
3	Уровень влажности крупного заполнителя	Высушиванием или аналог	Определение истинной массы заполнителя и уточнение количества добавляемой воды	- ежедневно; - в зависимости от погоды могут быть необходимы более частые испытания
4	Содержание добавленной воды в бетонной смеси	Регистрирование <sup>1)</sup> количества добавочной воды	Определение фактического В/Ц	Каждый замес или поставка
9	Содержание цемента в бетонной смеси	Регистрирование <sup>1)</sup> количества добавочного цемента	Проверка содержания цемента для уточнения значения В/Ц	Каждый замес или поставка
10	Содержание минеральных добавок в бетонной смеси	Регистрирование <sup>1)</sup> дополнительного количества мин. добавок	Проверка содержания минеральных добавок	Каждый замес или поставка

<sup>1)</sup> При производстве высокопрочного бетона рекомендуется использовать автоматическое дозировочное оборудование.

Подбор составов бетона на основе количественных критериев оценки  
долговечности реальных сооружений

### **J.1. Введение**

Это приложение дает краткие сведения, касающиеся подходов и принципов определения составов бетона на основе количественных критериев оценки долговечности, как это указано в п. 5.3.3.

### **J.2. Определение**

Подбор составов на основе количественных критериев оценки долговечности конструкции предполагает знание механизма постепенного истощения долговечности бетона на протяжении заданного срока эксплуатации сооружения.

Критерии, определяющие, истощение эксплуатационного ресурса конструкции должны быть выражены в виде зависимостей с использованием количественных характеристик или коэффициентов.

Этот метод должен базироваться на надежных статистических данных обследования конструкций, эксплуатирующихся в определенных средах, данных результатов испытаний с учетом воздействия внешней среды и/или на надежных физических моделях прогнозирования поведения конструкций.

### **J.3. Общие положения**

a) Некоторые агрессивные воздействия достаточно надежно могут быть учтены при проектировании составов бетона, например, реакционная способность заполнителей, сульфатная коррозия, истираемость.

b) Подбор состава бетона с учетом воздействия среды эксплуатации обязателен для обеспечения коррозионной стойкости и морозостойкости бетона. Воздействие среды эксплуатации следует учитывать при подборе составов бетона когда:

- заданные сроки эксплуатации сооружения существенно превышают 50 лет;
- сооружение должно иметь повышенную надежность и минимальный риск выхода из строя;
- среда эксплуатации агрессивна, но характер агрессивности не вполне ясен;
- необходимо обеспечить повышенное качество работ;
- эксплуатация сооружения предполагает специальный мониторинг и в будущем предполагается реконструкция сооружения;
- планируется массовое возведение однотипных конструкций;
- используются новые материалы;
- были применены методы подбора состава с учетом требований п. 5.3.2, но практический опыт оказался неудачным.

c) На практике, обеспечение долговечности зависит от сочетания выбранных решений, применяемых материалов и качества производства работ.

d) Обеспечение долговечности зависит от архитектурно-планировочного решения, методов возведения и других факторов.

e) Также важны сочетаемость материалов, качество производства работ, методы возведения, уровень контроля и обеспечения качества.

f) Заданная долговечность зависит от планируемых сроков эксплуатации сооружения, его значения соблюдения правил эксплуатации, периодичность планово-предупредительных ремонтов и др.

g) Практически любой уровень эксплуатационных требований может быть обеспечен комбинированием состава, применением соответствующих материалов и качеством выполнения работ.

h) Весьма важно знание при проектировании состава бетона условий его эксплуатации, в частности, климатических условий в регионе возведения сооружения

#### **Ж.4. Подбор состава бетона обеспеченной долговечности в заданных условиях эксплуатации**

При проектировании состава бетона на заданную долговечность необходимо, как минимум, знать:

- вид сооружения и конструктивно-планировочное решение;
- условия эксплуатации и климатические данные;
- уровень исполнения;
- срок эксплуатации.

Некоторые положения, приведенные выше, могут быть видоизменены и представлены в виде практических рекомендаций и технических условий.

Подбор состава бетона должен вестись с учетом:

- a) требований, изложенных в п. 5.3.3. в части учета влияния местных условий на долговечность ранее использованных материалов;
- b) данных испытаний материалов по методикам, моделирующим реальную среду эксплуатации;
- c) методов, основанных на аналитических моделях, подкрепленных данными лабораторных опытов и натурных испытаний.

## **Концепция «семейства» бетонов**

### **К.1. Общие положения**

Это приложение дополняет положения п. 8.2.1.1 в части использования концепции «семейства» бетонов.

### **К.2. Выбор семейства бетонов**

При выборе семейства для производства и контроля качества производитель должен осуществлять контроль над всеми бетонами, отнесенными к одному «семейству». При малом опыте использования концепции «семейства» для контроля качества, рекомендуется за одно «семейство» считать бетоны:

- приготовленные на цементе одного вида, класса прочности и завода-изготовителя;
- с одинаковой минералогией и видом заполнителей и минеральных добавок (добавки типа I, см. п. 5.1.6);
- приготовленные без добавок или с добавками водопонижающими /пластифицирующими;
- близких классов по прочности;
- могущие иметь разные классы подвижности.

Бетоны с добавками типа II, т.е. пуццолановые или гидравлические должны быть выделены в самостоятельные семейства.

Также следует выделить в самостоятельные семейства бетоны, приготовленные с применением суперпластификаторов, ускорителей или замедлителей твердения, и воздухововлекающих добавок.

Заполнитель должен быть одного вида, например, дробленый и из одного карьера.

До применения концепции «семейства» бетонов следует наложить результаты испытаний бетонов в предыдущий период на принятые функциональные зависимости для подтверждения возможности их использования для целей контроля качества бетона.

К.3 График оценки принадлежности испытываемого бетона к принятому «семейству» бетонов

