

---

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
«РОСАТОМ»**

---

**САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО  
ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ ВЫПОЛНЯЮЩИХ СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОН-  
СТРУКЦИЮ, КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ  
«СОЮЗАТОМСТРОЙ»**

---

**Утверждено**  
решением общего собрания членов  
СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»  
Протокол № 11 от 12 февраля 2015 года

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОБЪЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
Основные требования при производстве работ с самоуплотняющимися  
бетонными смесями (СУБС)**

**СТО СРО-С 60542960 00050 -2015**

**Москва  
2015**

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» и Федеральным законом от 1 мая 2007 г. № 65-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании», а правила применения Стандарта организации – ГОСТ Р 1.4–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### **Сведения о стандарте**

1 РАЗРАБОТАН ООО «Центр технических компетенций атомной отрасли»

2 ВНЕСЁН Советом СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ Протоколом общего собрания СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ» № 11 от 12 февраля 2015 г.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения Госкорпорации «Росатом» и СРО НП «СОЮЗАТОМСТРОЙ»

## Содержание

1 Область применения .....	6
2 Нормативные ссылки .....	7
3 Термины и определения .....	9
4 Сокращения и обозначения .....	7
5 Общие положения .....	8
6 Основные требования при производстве работ с самоуплотняющимися бетонными смесями (СУБС) .....	9
6.1 Общие положения .....	15
6.2 Требования к бетону из самоуплотняющихся бетонных смесей .....	15
6.3 Классификация СУБС, используемая при спецификации самоуплотняющегося бетона при сооружении ОИАЭ .....	17
6.4 Требования к бетонной смеси .....	
7 Требования к материалам для приготовления СУБ .....	23
8. Контроль качества материалов при приготовлении СУБС .....	30
9 Требования к организационным мероприятиям по подбору состава .....	31
9.1 Подбор состава бетона .....	
Принцип подбора составов самоуплотняющихся бетонных сме- сей .....	32
10 Методы испытаний бетонной смеси и бетонов .....	1
11 Технология приготовления самоуплотняющихся бетонных смесей .....	2
12 Транспортирование бетонной смеси .....	7
13 Правила приемки бетонных смесей .....	8

14	Технология бетонирования .....	10
15	Выдерживание и уход за бетоном .....	15
16	Особенности проектирования и изготовления сборных железобетонных изделий на основе СУБС.....	17
17	Безопасность труда при производстве работ с СУБС.....	53
	Приложение А (справочное) Примеры основных проектных требований к бетонным смесям и бетона.....	55
	Приложение Б (обязательное) Методы Испытаний.....	63
	Приложение В (справочное) Показатели качества опалубки и данные для ее расчета.....	75
	Приложение Г (справочное) Примерные составы самоуплотняющихся бетонных смесей.....	80
	Приложение Д (справочное) Получение качественной поверхности СУБ....	44
	Приложение Е(справочное) Способы бетонирования и подачи бетонной смеси .....	87
	Библиография.....	88

## Введение

Стандарт организации «Объекты использования атомной энергии. Основные требования при производстве работ с самоуплотняющимися бетонными смесями (СУБС)» (далее – стандарт) разработан в развитие требований Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» [1], Федерального закона от 29 декабря 2004 г. №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» [2], Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [3], перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), применением которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента о безопасности зданий и сооружений, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 г. № 1047-р [4], приказа Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства» [5], СП 48.13330, РБ 005-98 [6], СНиП 12-04-2002 [7], а также иных нормативных правовых актов и документов по стандартизации, действующих в сфере строительства и обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии.

## **1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт организации распространяется на строящиеся, достраиваемые и реконструируемые атомные электростанции (далее - АЭС), и другие объекты ОИАЭ, и устанавливает общие требования к самоуплотняющимся бетонным смесям, требования к материалам для их изготовления, контролю качества, приёмке и хранению материалов, проектированию состава самоуплотняющихся бетонных смесей с учётом особенностей конструкций АЭС и других ОИАЭ, правила приготовления, отпуска и транспортировки бетонной смеси, правила выполнения бетонных работ на строительстве АЭС и других ОИАЭ, правила контроля качества (оценки соответствия) и обеспечения качества.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на тяжелые и мелкозернистые бетоны, используемые в строительных конструкциях ОИАЭ, предусмотренные Федеральным законом № 170-ФЗ (статья 3) [1].

## **2 Нормативные ссылки**

ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия

ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.021-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 13015-2012 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения

ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 21778-81 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения

ГОСТ 22266-94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 23732-2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

ГОСТ 25818-91 Зола-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия

ГОСТ 26633-2012 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава

ГОСТ 27338-93 Установки бетоносмесительные механизированные. Общие технические условия

ГОСТ 27339-93 Автобетоносмесители. Общие технические условия

ГОСТ 30515-97 Цементы. Общие технические условия

ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31384-2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8269-2013 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 9077-82 Кварц молотый пылевидный. Общие технические условия

ГОСТ 9758-2012 Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ Р 52085-2003 Опалубка. Общие технические условия

ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия

ГОСТ Р 52751-2007 Плиты из сталефибробетона для пролетных строений мостов. Технические условия

ГОСТ Р 55224-2012 Цементы для транспортного строительства. Технические условия

СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85

СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85

СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004

СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003

СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87



### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 время прохождения через воронку:** Период времени в течение, которого порция бетонной смеси объемом 10 литров истечет через стандартную V-образную воронку.

**3.2 высокопрочный бетон:** Бетон класса по прочности на сжатие В60 и выше.

**3.3 вязкость:** Сопротивление течению материала (например, смеси СУБ) в начальный момент времени.

**Примечание** - У СУБ вязкость определяется скоростью расплыва  $T_{500}$  при испытании на расплыв конуса или временем протекания в испытании с использованием V-образной воронки.

**3.4 добавки:** Продукт, вводимый в бетонные и растворные смеси с целью улучшения их технологических свойств, повышения строительно-технических свойств бетонов и растворов и придания им новых свойств.

**3.5 заполнители:** Зернистые природные или искусственные каменные сыпучие материалы.

**Примечание** – В зависимости от размера зерен заполнители делят на мелкий заполнитель - до 5(3) мм и крупный заполнитель - свыше 5(3)мм.

**3.6 заполняющая способность:** Способность свежееуложенной бетонной смеси заполнять все пространство опалубки под действием силы тяжести.

**3.7 контроль качества:** Комплекс мероприятий и нормативных документов, направленных на поддержание качества (услуги) на заданном уровне.

**3.8 легкий бетон:** Бетон на цементном вяжущем, и пористых крупных и плотных или пористых мелких заполнителях, средней плотности до

2000 кг/м<sup>3</sup>.

**3.9 легкий заполнитель:** Заполнитель из материала, имеющий плотность зерен, ниже 2000 кг/м<sup>3</sup> или насыпную плотность  $\leq 1250$  кг/м<sup>3</sup> по ГОСТ 9758.

**3.10 лежалый цемент:** Цемент, сроком хранения более 6 месяцев. При просеивании пробы цемента сквозь сито с сеткой № 008 проходит менее 85 % массы просеиваемой пробы.

**3.11 ложное схватывание цемента:** Преждевременная частичная или полная потеря подвижности цементным тестом, устраняемая с помощью механического воздействия.

**3.12 мелкодисперсная часть (порошковая часть):** Материал в составе с размером частиц менее 0,125 мм.

**3.13 мелкозернистый бетон:** Бетон на цементном вяжущем и плотных мелких заполнителях, средней плотности 1800-2400 кг/м<sup>3</sup>.

**3.14 менеджмент качества:** Скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству.

**3.15 минеральные добавки (микронаполнители):** Дисперсные (как правило, менее 0,125мм) инертные и пуццолановые добавки, неорганические природные или искусственные материалы, которые могут вводиться в бетонную смесь, в составе части вяжущего и/или мелкого заполнителя, в т.ч. для получения специальных свойств: для повышения и поддержания связности и устойчивости к расслоению. Применение таких добавок также позволяет регулировать расход цемента для снижения теплоты гидратации и уменьшения термической усадки.

**3.16 несоответствие:** Невыполнение требования.

**3.17 обеспечение качества:** Часть менеджмента качества, направленная на создание уверенности, что требования к качеству будут выполнены.

**3.18 органо-минеральные добавки:** Комплексные добавки, получаемые при объединении минеральных добавок и химических органических до-

бавок (модификаторов).

**3.19 особо тяжёлый бетон:** Бетон на цементе вяжущем, в состав которого входят специальные заполнители, средней плотности более 2600 кг/м<sup>3</sup>.

**3.20 план качества:** Документ, определяющий, какие процедуры и соответствующие ресурсы, кем и, когда должны применяться к конкретному проекту, продукции, процессу или контракту.

**3.21 плотный заполнитель:** Заполнитель из материала со средней плотностью зерен в пределах от 2000 кг/м<sup>3</sup> до 3000 кг/м<sup>3</sup>, определенной по ГОСТ 8269, ГОСТ 8735.

**3.22 подвижность:** Один из показателей, характеризующих удобоукладываемость бетонной смеси, оцениваемый по осадке (ОК) или расплыву конуса (РК), отформованного из бетонной смеси.

**3.23 расплыв конуса:** Средний диаметр расплыва бетонной смеси при использовании конуса для определения ее подвижности.

**3.24 раствор:** Состав, включающий цементное тесто, с используемыми химическими и минеральными добавками, вовлеченный воздух и заполнители размером менее 5 мм.

*Примечание* - Фракции этого размера включают цемент, минеральные добавки и мелкие фракции заполнителей (соответствующие по зерновому составу минеральной добавке).

**3.25 самоуплотняющийся бетон; СУБ:** Бетон на основе бетонной смеси, которая может растекаться и уплотняться под действием собственного веса (без вибрации), заполнять форму (опалубку) с установленной арматурой, сохраняя при этом однородность.

**3.26 стабильность:** Способность бетонной смеси сохранять заданные характеристики в условиях незначительного изменения свойств или содержания сырьевых материалов.

**3.27 текучесть:** Свободный расплыв бетонной смеси.

**3.28 тиксотропность:** Склонность материала (например, СУБ) к прогрессирующей потере текучести в состоянии покоя и восстановлению текучести при приложении энергии.

**3.29 тяжелый бетон:** Бетон на цементном вяжущем, и плотных крупных и мелких заполнителях, средней плотности  $2000 \text{ кг/м}^3$  —  $2600 \text{ кг/м}^3$ .

**3.30 устойчивость к расслаиванию (устойчивость к расслоению):** Способность бетонной смеси сохранять однородность состава.

**3.31 фибра:** Материал в виде волокон или узких полос, применяемый для дисперсного армирования бетонных конструкций.

**3.32 формуемость:** Способность свежешелюженной бетонной смеси протекать через труднопроходимые узкие места, например, между стальными арматурными стержнями без расслоения и блокировки.

**3.33 химические добавки:** Добавки органического или неорганического происхождения, применяемые для регулирования изменения самих свойств бетонной смеси и бетона, в виде водного раствора или эмульсии, а так же для направленного изменения скорости твердения бетона и растворов.

## 4 Сокращения и обозначения

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

АЭС - атомные электростанции;

ВВЭР - водо-водяной энергетический реактор;

НТД – нормативно-техническая документация;

ОИАЭ - объект использования атомной энергии;

ПОК – программа обеспечения качества;

СМК – система менеджмента качества;

СМР – строительно-монтажные работы;

СТО - стандарт организации;

СУБ - самоуплотняющийся бетон;

СУБС - самоуплотняющаяся бетонная смесь;

ЯРБ - ядерная и радиационная безопасность.

## **5 Общие положения**

5.1 Самоуплотняющийся бетон (СУБ) — это бетон, который не требует вибрирования при укладке и уплотнении. Самоуплотняющаяся бетонная смесь (СУБС) способна растекаться под действием силы тяжести, полностью заполняя форму и достигая полного уплотнения даже в густоармированных конструкциях. Затвердевший бетон отличается плотностью и однородностью и обладает такими же проектными свойствами и долговечностью, что и традиционный бетон, уплотняемый при помощи вибрации или других внешних воздействий.

5.2 Самоуплотняющийся бетон обеспечивает быструю укладку, ускоряет время строительства и равномерно распределяется в железобетонной конструкции. Текучесть и устойчивость смеси СУБ к расслаиванию обеспечивают высокую степень однородности, минимальное образование пустот и неизменную прочность бетона, а также возможность получения высококачественных поверхностей и долговечность конструкции. СУБ, как правило, имеет низкое водоцементное отношение, что способствует ускорению раннего набора прочности, распалубке в ранние сроки и скорейшему использованию элементов и конструкций.

5.3 Примерный перечень зданий и сооружений АЭС, выполняемых в железобетонных конструкциях, с данными по их ответственности и влиянию на ядерную и радиационную безопасность (ЯРБ) АЭС приведен в приложении А.

5.4 СТО предназначен для специалистов проектных и строительных организаций, которые стремятся повысить уровень своей квалификации и знаний о СУБ. СТО подготовлен на основании опыта EN 12350-1 [8], EN

12350-2 [9], EN 1992-1-1 [10] и накопленных сведений о СУБ СТО 70386662-306-2013 [13] с учетом требований и положений РБ 055-10 [12], СНиП 12-04-2002 [7].

5.5 В СТО содержатся общие сведения о СУБ, применяемом при производстве товарного бетона и бетона, приготавливаемого на месте производства работ, а также при и изготовлении сборных бетонных и железобетонных конструкций.

5.6 Стандарт разработан для производителей и потребителей товарного и приготавливаемого на стройплощадке бетона и применяется в ситуациях, когда между поставщиком и потребителем оговорены требования к техническим характеристикам свежеприготовленной бетонной смеси и затвердевшего бетона. Стандарт охватывает требования, предъявляемые к покупателям СУБ: условия подготовки места проведения бетоноукладочных работ и способов укладки, приводятся методы испытаний, которые подтверждают качество самоуплотняющегося бетона, предложен метод подбора состава СУБС, даны предложения по доставке и укладке товарного и приготавливаемого на стройплощадке бетона, приведены особенности применения СУБ при производстве сборного железобетона.

## **6 Основные требования при производстве работ с самоуплотняющимися бетонными смесями (СУБС)**

### **6.1 Общие положения**

6.1.1 Самоуплотняющийся бетон используется при изготовлении железобетонных конструкций в заводских условиях и возведении монолитных конструкций на строительной площадке.

6.1.2 Бетонные смеси должны удовлетворять требованиям ГОСТ 7473 и настоящего СТО.

6.1.3 Нормативные и расчетные характеристики СУБ соответствуют

требованиям СП 63.13330.

6.1.4 Конструкции из самоуплотняющегося бетона должны иметь показатели качества, обеспечивающие требования по эксплуатационной надежности, в соответствии с Федеральным законом № 384-ФЗ [3].

## **6.2 Требования к бетону из самоуплотняющихся бетонных смесей**

6.2.1 Требования к бетону из СУБС, должны соответствовать нормативным документам для промышленных сооружений, установленных проектом, согласованным с Заказчиком.

6.2.2 Проектная организация при разработке проекта применения самоуплотняющегося бетона устанавливает требования к основным показателям качества бетона, которые указываются в рабочих чертежах:

- класс бетона по прочности на сжатие;
- класс бетона по прочности на осевое растяжение (при необходимости);
- марка бетона по морозостойкости, F;
- марка бетона по водонепроницаемости, W.

6.2.3 Классы бетона по прочности на сжатие должны отвечать значению гарантируемой нормируемой прочности бетона, МПа, с обеспеченностью 0,95.

6.2.4 Особое внимание должно быть уделено к назначению требований к бетонам для защитных оболочек, опорных конструкций, каналов, изготовленных в соответствии с требованиями стандарта.

6.2.5 Возраст бетона, отвечающий его классу по прочности на сжатие и осевое растяжение (проектный возраст), назначают при проектировании в соответствии с указаниями СП 63.13330 и СП 52-102-2004 [13]. При отсутствии специальных указаний проектный возраст бетона принимают 28 суток.

6.2.6 Значение отпускной прочности в элементах сборных конструкций следует назначать в соответствии с ГОСТ 13015, СНиП 3.09.01 [14] и

стандартами на конструкции конкретных видов.

6.2.7 Для самоуплотняющихся бетонов защитных оболочек и других предварительно напряженных конструкций должны быть определены деформационные характеристики (показатели ползучести, усадки).

6.2.8 Значения предельных относительных деформаций из самоуплотняющихся бетонов принимают в соответствии с требованиями СП 63.13330.

6.2.9 Значения начального модуля упругости при сжатии и растяжении следует определять экспериментально. Его величина должна быть сопоставлена со значениями начального модуля упругости обычного вибрационного бетона, указанными в СП 63.13330 и учитываться при проектировании конструкций. Для ориентировочных расчетов допускается принимать значение модуля упругости по СП 63.13330.

6.2.10 Значение коэффициента линейной температурной деформации бетона при изменении температуры от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  принимают равным  $\alpha=(10-13)\times 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$ .

6.2.11 Плотность тяжелого самоуплотняющегося бетона может находиться в пределах от  $2200\text{ кг/м}^3$  до  $2500\text{ кг/м}^3$ .

6.2.12 Тепловыделение самоуплотняющихся бетонов при использовании химических добавок на основе поликарбоксилатов не превышает тепловыделения обычных вибрационных бетонов и определяется с удельным расходом цемента на  $1\text{ м}^3$  бетона.

6.2.13 Водонепроницаемость бетонов, приготовленных с использованием добавок поликарбоксилатов, в связи с более плотной структурой цементного камня больше, чем и водонепроницаемость вибрационных бетонов тех же классов.

6.2.14 Морозостойкость самоуплотняющихся бетонов определяется качеством применяемых материалов, водоцементным отношением и наличием в структуре системы условно-замкнутых пор. Влияние микронапол-



нителей и химических добавок на морозостойкость самоуплотняющегося бетона определяется их влиянием на поровую структуру бетона.

### 6.3 Классификация СУБС, используемая при спецификации самоуплотняющегося бетона

6.3.1 Самоуплотняющиеся бетонные смеси характеризуют следующими технологическими показателями качества согласно ТУ 5952-002-13307094-2008 [15]:

- SF1 - SF3 - классы по удобоукладываемости (консистенции), определяемые диаметром расплыва стандартного конуса;

- VS1 - VS2 - классы по вязкости, определяемые по времени  $T_{500}$  (времени, необходимому для расплыва стандартного конуса бетонной смеси до диаметра 500 мм);

- VF1 - VF2 - классы по вязкости, определяемые временем истечения через V - образную воронку;

- PA1 - PA2 - классы по способности бетонной смеси преодолевать препятствия, определяемые способностью преодолевать сопротивление арматурных стержней в L - образном ящике;

- SR1 - SR2 - классы по устойчивости к расслаиванию, определяемые при испытании бетонной смеси к расслаиванию с использованием сита.

6.3.2 В зависимости от показателей качества бетонные смеси подразделяют на классы в соответствии с таблицами 3-6 ТУ 5952-002-13307094-2008 [15].

6.3.3 Требования к параметрам, установленным для классов СУБ по удобоукладываемости (расплыву конуса), приведены в таблице 6.3.3.1.

Т а б л и ц а 6.3.3.1 - Классы по удобоукладываемости (расплыву конуса)

Класс	Расплыв конуса, мм
SF1	550 - 650
SF2	660 - 750
SF3	760 - 850

6.3.4 Требования к параметрам, установленным для классов СУБ по вязкости, приведены в таблице 6.3.4.1.

Т а б л и ц а 6.3.4.1 - Классы СУБ по вязкости

Класс	$T_{500}$ (dm), с	Класс	Время ( $t_y$ ) протекания через V - образную воронку, с
VS1	<2	VF1	<8
VS2	>2	VF2	9-25

6.3.5 Требования к параметрам, установленным для классов по способности бетонной смеси преодолевать препятствия (L-образная камера), приведены в таблице 6.3.5.1

Т а б л и ц а 6.3.5.1 - Способность СУБ преодолевать препятствия

Класс	Способность преодолевать препятствия (РА),
РА1	$\geq 0,8$ (с двумя арматурными стержнями)
РА2	$\geq 0,8$ (с тремя арматурными стержнями)

6.3.6 Требования к параметрам классов по устойчивости к расслоению приведены в таблице 6.3.6.1.

Т а б л и ц а 6.3.6.1 - Устойчивость к расслаиванию

Класс	Устойчивость к расслаиванию (SR), %
SR1	$\leq 20$
SR2	$\leq 15$

6.3.7 При отсутствии лабораторного оборудования, необходимого для проведения испытаний по EN 12350-1 [8], EN 12350-2 [9] Евростандарту, проверку расслаивания допускается осуществлять по ГОСТ 10181 с учетом требований ГОСТ 7473.

6.3.8 При проведении испытаний различных видов допускается отклонение результатов от данных, приведенных в таблицах.

6.3.9 При оценке качества самоуплотняющегося бетона следует использовать критерии соответствия результатов испытания определенному

классу в соответствии с данными, приведенными в таблице 6.3.9.1

Т а б л и ц а 6.3.9.1 - Критерии соответствия для свойств СУБ

Свойство	Критерии
Класс по диаметру расплыва конуса SF1	от 550 до 650 мм
Класс по диаметру расплыва конуса SF2	от 660 до 750 мм
Класс по диаметру расплыва конуса SF3	от 760 до 850 мм
Допустимые отклонения по критерию для класса (по подвижности)	( $\pm 80$ ) мм от целевого значения
Класс по вязкости, установленный испытанием с использованием V-образной воронки VF1	$\leq 8$ с
Класс по вязкости, установленный с использованием V-образной воронки VF2	от 9 с до 25 с
Величина допустимого отклонения для вязкости от целевого значения с использованием V-образной воронки	( $\pm 3$ )с
Класс по способности преодолевать препятствия при испытаниях с использованием L-образного ящика PA1	$\geq 0,80$
Класс по способности преодолевать препятствия при испытаниях с использованием L-образного ящика PA2	$\geq 0,80$
Допустимые отклонения для классов по способности преодолевать препятствия при испытаниях с использованием L-образного ящика и от требуемых данных целевого значения	не более 0,05 от целевого значения
Класс по устойчивости к расслаиванию SR1	$\leq 20$
Класс по устойчивости к расслаиванию SR2	$\leq 15$

6.3.10 Приведенную в таблицах классификацию самоуплотняющихся бетонных смесей рекомендуется использовать при назначении области при-

менения и выбора вида конструктивных элементов в соответствии с указаниями таблицы 6.3.10.1

Таблица 6.3.10.1 - Использование классификации бетонных смесей и требований к ним при выборе области применения самоуплотняющихся бетонов

Обозначение	Назначение и области применения самоуплотняющихся бетонов
<b>Высокоподвижная бетонная смесь</b>	
SF1 (от 550 до 650 мм)	Неармированные или малоармированные бетонные конструкции: плиты перекрытий, облицовки туннелей, фундаментов, сваи
SF2 (от 660 до 750 мм)	Опоры, ростверки, балки пролетных строений, большинство обычных сооружений - колонны, стены
SF3 (от 760 до 850 мм)	Подпорные стенки, заполнение замкнутых форм, вертикальные элементы, густоармированные конструкции сложных форм, торкретирование, конструкции с высокими требованиями к качеству поверхности. Рекомендуется использовать СУБ с максимальным размером заполнителя 20 мм
<b>Вязкая бетонная смесь</b>	
VS1/VF1 (вязкость менее 8 секунд)	Густоармированные конструкции и изделия, к которым предъявляются высокие требования по качеству поверхности
VS2/VF2 (вязкость от 9 до 25 секунд)	Конструкции и изделия с очень не высокими требованиями к качеству поверхности. Данная смесь имеет лучшую устойчивость к расслаиванию
<b>Легкоформируемая бетонная смесь</b>	
PA1	Вертикальные сооружения, домостроение, конструкции, армированные с шагом от 80 до 100 мм
PA2	Инженерные сооружения, армированные с шагом от 60 до 80 мм, отделки горных выработок
<b>Устойчивая к расслаиванию бетонная смесь*</b>	
SR1 (расслаиваемость не более 20%)	Высотные элементы, за исключением тонких балок, вертикальные сооружения, армированные с шагом до 80 мм. Максимальное расстояние растекания смеси менее 5 метров.

*Окончание таблицы 6.3.10.1*

SR2 (расслаиваемость не более 15%)	Стены и тонкостенные профили, армированные с шагом свыше 80 мм. Максимальное расстояние растекания смеси более 5 метров.
* назначают и контролируют при оценке качества в случаях, когда условия укладки способствуют расслоению: в случае бетонов с высоким классом расплыва конуса и/или классом низкой вязкости, или если условия укладки способствуют сегрегации.	

**6.4 Требования к бетонной смеси**

6.4.1 Бетонные смеси должны удовлетворять требованиям ГОСТ 7473 и настоящего СТО.

6.4.2 Бетонная смесь должна отвечать требованиям технологического регламента, установленным по подвижности, расслаиваемости, объему вовлеченного воздуха, плотности, сохранению этих свойств во времени.

6.4.3 Показатели качества самоуплотняющейся бетонной смеси используемой для возведения различных конструкций назначаются в зависимости от степени армирования, формы, геометрических параметров и других конструктивных особенностей.

6.4.4 Самоуплотняющаяся бетонная смесь должна обладать следующими основными показателями:

Расплыв конуса (растекаемость) - более 550 мм.

Время достижения диаметра расплыва 500 мм – не более 20 сек.

Время прохождения через воронку V- образную воронку должно быть 10-20 сек.

6.4.5 Бетонные смеси должны обладать устойчивостью к водоотделению.

6.4.6 Объем вовлеченного воздуха должен соответствовать техническим условиям на изделие.

6.4.7 Если задан класс агрессивности окружающей среды, то бетон должен удовлетворять соответствующим требованиям ГОСТ 31384 или соответствующему стандарту на изделие.

6.4.8 Сохраняемость товарной бетонной смеси для монолитных конструкций, возводимых на стройплощадке, назначают в зависимости от условий транспортирования и укладки, но не более 180 минут.

6.4.9 Допустимые отклонения показателей качества бетонной смеси не должны превышать значений, приведенных в таблице 6.4.9.1.

Таблица 6.4.9.1 - Допустимые отклонения заданных значений показателей качества бетонной смеси

Наименование показателя качества бетонной смеси	Диапазон, в который попадает заданное значение показателя	Допустимое отклонение заданного значения показателя
Средняя плотность, кг/м	Все значения	$\pm 20$
Пористость, %	Все значения	$\pm 1$
Температура, С	Все значения	$\pm 3$
Расплыв конуса, мм SF	Все значения	$\pm 80$
Показатель вязкости с использованием V - образной воронки, с, VF	Все значения	$\pm 3$
Показатель способности преодолевать препятствия при испытаниях с использованием L - образного ящика	Все значения	$\pm 0,05$
Устойчивость к расслоению, %	Все значения	+3
Сохраняемость свойств во времени	Не менее 1 ч 30 мин	- 10 мин
	От 1 ч 30 мин до 3 ч 00 мин	- 20 мин
	Более 3 ч 00 мин	- 30 мин

6.4.10 Самоуплотняющиеся бетонные смеси должны иметь свою маркировку.

6.4.11 Пример обозначения готовой тяжелой самоуплотняющейся бетонной смеси класса по прочности на сжатие В35, по удобоукладываемо-

сти SF1, марки по морозостойкости F300 и марки по водонепроницаемости W12: БСГ В35 SF1 F300 W12.

## **7 Требования к материалам для приготовления СУБ**

7.1 Материалы для приготовления СУБ должны соответствовать ГОСТ 26633, стандартам и техническим условиям на материалы конкретных видов.

7.2 Для бетонов, эксплуатирующихся в агрессивных средах, качество материалов и другие граничные условия по составу бетона необходимо принимать по ГОСТ 31384, СП 28.13330, техническим условиям, проектной и технологической документации на изделия и конструкции конкретных видов.

7.3 Применение материалов с показателями качества, отличных от требований настоящего СТО должно быть обосновано предварительными исследованиями для подтверждения возможности получения бетонных смесей и бетонов со всеми нормируемыми показателями качества.

7.3.1 Требования к вяжущим материалам для приготовления бетонных смесей.

7.3.1.1 Для производства самоуплотняющегося бетона следует использовать цементы соответствующие ГОСТ 10178, ГОСТ Р 55224, ГОСТ 31108. Для гидротехнических конструкций в качестве вяжущих материалов следует применять портландцемент нормированного состава с содержанием  $C_3A$  не более 8%, соответствующий требованиям ГОСТ 10178, а для тоннельных конструкций, кроме того, ЦЕМ I, соответствующий ГОСТ 31108, а также сульфатостойкие цементы, соответствующие требованиям ГОСТ 22266.

7.3.1.2 При возведении конструкций в условиях агрессивной среды выбор цементов следует осуществлять с учетом положений СП 28.13330.

7.3.1.3 Следует исключить применение цементов с признаками «ложного схватывания». Рекомендуется обеспечить проверку цементов на «ложное схватывание» в присутствии применяемых химических добавок. Не допускается применение «лежалых» цементов.

7.3.1.4 Для производства сборных конструкций, подвергаемых тепловой обработке, следует применять цементы I и II группы эффективности при пропаривании согласно требованиям ГОСТ 10178, приведенных в приложении А.

7.3.1.5 Марку по ГОСТ 10178 и ГОСТ 22266 или класс по ГОСТ 31108 и вид цемента следует назначать в соответствии с требованиями, имеющимися в проекте, где должно быть указано назначение конструкции, класс бетона по прочности на сжатие, марка бетона по морозостойкости и марка бетона по водонепроницаемости.

#### 7.3.2 Требования к заполнителям.

7.3.2.1 В качестве крупного заполнителя следует применять щебень из плотных изверженных или метаморфических горных пород фракции 5-20, 3-10, 5-10 мм или смеси фракций  $(3\div 5)$ -10 мм и 10-20 мм по ГОСТ 8267, ГОСТ 26633 с учетом требований СП 70.13330.2012 и СП 28.13330.2012. Щебень должен соответствовать требованиям ГОСТ 26633:

- а) содержание зерен слабых пород должно быть не более 10 %;
- б) марка щебня по прочности (дробимости) должна быть не менее:
  - 1) 800 - для бетонов класса В30;
  - 2) 1000 - для бетонов класса В35-В40;
  - 3) 1200 - для бетонов класса В45 и выше;
  - 4) морозостойкость щебня должна соответствовать ГОСТ 26633.

7.3.2.2 Содержание пылевидных, илистых и глинистых частиц не должно превышать 1 % по массе. Наличие глины в комках и других засоряющих примесей не допускается выше 0,25 % по массе. Рекомендуется использовать щебень I или II групп по содержанию лещадных зерен. При



производстве тяжелого бетона плотность зерен щебня должна быть не выше 2800 кг/м<sup>3</sup>.

7.3.2.3 Наибольшая крупность заполнителя выбирается с учетом шага арматурных стержней, конфигурации конструкции, размещения стыков арматурных стержней. Необходимо избегать блокирования частиц заполнителя при протекании бетона через арматуру. Максимальный размер частиц заполнителя, как правило, должен быть ограничен до 20 мм. Максимальный размер крупного заполнителя не должен превышать  $\frac{1}{4}$  наименьшего расстояния между арматурными стержнями.

7.3.2.4 Распределение частиц по размерам, форма частиц крупного заполнителя влияют на показатели распыла, текучесть и проходимость самоуплотняющегося бетона.

7.3.2.5 В качестве мелкого заполнителя рекомендуется применять кварцевый, кварцево-полевошпатовый песок с модулем крупности  $M_{\phi}$  от 1,7 до 2,5 по ГОСТ 8736 и ГОСТ 26633 с учетом требований СП 70.13330, СП 28.13330. Допускается использовать мелкий заполнитель в виде смеси из двух или более фракций песка.

7.3.2.6 Рекомендуемый зерновой состав мелкого заполнителя приведен в табл. 7.3.2.6.1

Таблица 7.3.2.6.1 – Рекомендуемый зерновой состав мелкого заполнителя

Размер ячейки сит, мм	полный остаток на сите, %
2,5	0-15
1,25	5-40
0,63	30-70
0,315	60-90
0,16	90-100

7.3.2.7 Для снижения вязкости и обеспечения текучести СУБС

следует использовать пески со сферической (окатанной) формой зерен. Применение песков с игольчатой, оскольчатой формой зерен, а также отсево дробления не рекомендуется.

### 7.3.3 Требования к воде

7.3.3.1 Вода для приготовления бетонных смесей должна соответствовать ГОСТ 23732. В случае применения повторно используемой воды из технологических процессов бетонного производства, необходимо учитывать тип и количество присутствующих в этой воде твердых частиц, поскольку это может повлиять на однородность смеси от партии к партии.

### 7.3.4 Требования к микронаполнителям.

7.3.4.1 Минеральные добавки (микронаполнители) должны соответствовать требованиям ГОСТ 26633, соответствующим стандартам и техническим условиям на эти продукты.

7.3.4.2 Классификация минеральных добавок по их реакционной способности в составе бетонной смеси по отношению к воде приведена в таблице 7.3.4.2.1.

Т а б л и ц а 7.3.4.2.1 – Классификация минеральных добавок по их реакционной способности в составе бетонной смеси по отношению к воде

тип I	инертные	• минеральные наполнители: не активированный минеральный порошок (известняк, доломит и т.д.) в соответствии с ГОСТ Р 52129-2003, пылевидный кварц в соответствии с ГОСТ 9077-82
тип II	пуццолановые	• зола унос в соответствии с ГОСТ 25818 • микрокремнезем в соответствии с ТУ 5743-048-02495332-96
	гидравлические	• гранулированный доменный шлак в соответствии с ГОСТ 3476

7.3.4.3 Оценка свойств минеральных добавок приведена в таблице

7.3.4.3.1.

Таблица 7.3.4.3.1 – Оценка свойств минеральных добавок приведена

	Ориентировочный расход, % от массы цемента	Эффективность	
		Положительный эффект	Сопутствующий эффект
Минеральный порошок	30-50	Минеральный порошок является эффективной добавкой, обеспечивающей увеличение однородности, связности смеси и уменьшение чувствительности к изменению водосодержания.	Увеличение содержания минерального порошка может привести к снижению сохраняемости, значительному повышению вязкости цементного теста, что будет препятствовать способности бетона к расплыву.
Зола-уноса	30-50	Зола-унос является эффективной добавкой, обеспечивающей увеличение связности смеси и уменьшение чувствительности к изменению водосодержания.	Увеличение содержания золы-уноса может привести к значительному повышению вязкости цементного теста, что будет препятствовать способности бетона к расплыву.
Микрокремнезем	10-30	Высокая дисперсность и практически круглая форма микрокремнезема способствует высокой связности смеси и устойчивости к расслоению. Микрокремнезем эффективен в отношении уменьшения или устранения водотделения.	Возможно сокращение сроков схватывания цементных систем в присутствии микрокремнезема, что может приводить к образованию холодных швов и дефектам на поверхности в случае перерывов в работе и к последующему увеличению трудоемкости обработки верхней поверхности. В этом случае рекомендуется применять совместно с эффективными замедлителями схватывания

## Окончание таблицы 7.3.4.3.1

Гранулированный доменный шлак (ГДШ)	30-50	Гранулированный доменный шлак (ГДШ) представляет собой реакционно-способный мелкий наполнитель с низкой теплотой гидратации. Способствует снижению расхода цемента	Увеличение содержания ГДШ оказывает влияние на стабильность СУБ, что может приводить к уменьшению стойкости в случае изменений технологии (качества сырья) и проблемам, связанным с контролем удобоукладываемости. Замедленное схватывание бетонной смеси увеличивает риск расслоения.
-------------------------------------	-------	--	--

7.3.4.3.1 Минеральные добавки могут быть применены в виде сухого вещества, а также в виде суспензии на водной основе.

7.3.4.4 Следует применять минеральные добавки (микронаполнители) с крупностью менее 0,125 мм. Желательно, чтобы >70% микронаполнителя проходило через сито с размером отверстий 0,063 мм. Специально молотые микронаполнители, имеют более стабильный гранулометрический состав, что облегчает назначение состава и контроль качества бетонной смеси, и делает их применение особенно подходящими для СУБ по сравнению с другими материалами.

7.3.4.5 Порошковые отходы промышленных производств могут быть использованы в составе бетонной смеси после испытаний в составе бетонной смеси при подтверждении всех нормируемых показателей качества и показателей, характеризующих долговечность бетона. Материалы, предназначенные в качестве микронаполнителей при приготовлении СУБС должны обладать стойкостью к химическому воздействию цементов.

7.3.5 Требования к фибре.

7.3.5.1 При изготовлении СУБС используют металлическую, базальтовую или полимерную фибру в соответствии с таблицей 7.3.5.1.1.

Таблица 7.3.5.1.1 – Требования к фибре

Вид фибры	Достижимый эффект	Нормативные документы*
Стальная фибра	Увеличение деформативности и ударной прочности затвердевшего бетона, в качестве замены армирования при соответствующем расчете.	ГОСТ Р 52751
Полимерная фибра	Снижение расслаиваемости СУБ, ограничение усадки и повышение трещиностойкости.	ТУ 5743-001-33181465-2006
Базальтовая фибра	Снижение расслаиваемости СУБ, ограничение усадки и повышение прочности на растяжение, трещиностойкости.	ТУ 5952-002-13307094-2008 ТУ 5169-004-80104765-2008
<p><b>Примечания</b></p> <p>1 Могут быть использованы другие виды и типы фибры после проведения соответствующих испытаний.</p> <p>2 При применении фибры в составе СУБС следует провести испытания для определения оптимального типа, длины и количества фибры для обеспечения необходимых свойств как свежеприготовленного, так и затвердевшего бетона.</p>		

7.3.5.2 Временное сопротивление разрыву стальной фибры должно быть не менее 600 МПа. На поверхности фибры не должно быть следов смазки, загрязнений и ржавчины.

## 8 Контроль качества материалов при приготовлении СУБС

8.1 Контроль качества сырьевых материалов при производственном контроле на заводе товарного бетона предусматривает:

– документальный контроль всех материалов (сравнение результатов приемо-сдаточного контроля, обозначенных в документе о качестве, с требованиями соответствующих нормативных документов);

экспериментальный контроль: заполнители, микрозаполнители – гранулометрический состав, цемент – сроки схватывания, нормальная плотность цементного теста, признаки ложного схватывания.

– добавки - визуальный контроль внешнего вида, контроль плотности рабочих растворов.

8.2 Испытания щебня проводят по ГОСТ 8269, оценку качества щебня по ГОСТ 8267 и ГОСТ 26633.

8.3 Испытания песка проводят по ГОСТ 8735, оценку качества песка по ГОСТ 8736 и ГОСТ 26633. Испытания цемента проводят по ГОСТ 310, оценку качества проводят по ГОСТ 31108, ГОСТ 30515.

## **9 Требования к организационным мероприятиям по подбору состава**

### **9.1 Подбор состава бетона**

9.1.1 В соответствии с ГОСТ 7473 бетонные смеси, выпущенные производителем, должны обеспечивать получение бетонов с заданными показателями качества (бетонные смеси заданного качества) или иметь заданный состав (бетонные смеси заданного состава).

9.1.2 Подбор состава бетона следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 27006 и настоящего стандарта с целью получения бетона в конструкциях с прочностью и другими показателями качества, установленными государственными стандартами, техническими условиями или проектной документацией на эти конструкции, при минимальном расходе цемента или другого вяжущего.

9.1.3 Подбор состава бетона должен выполняться лабораторией предприятия-изготовителя бетонной смеси по утвержденному заданию, разработанному технологической службой этого предприятия или в других специализированных лабораториях, научно-исследовательских организациях по утвержденному заданию на подбор состава бетона.

9.1.4 Задание на подбор состава бетона должно быть составлено для конструкций конкретной номенклатуры, изготовляемых из бетона одного вида и качества по определенной технологии.

9.1.5 Задание на подбор состава бетона должно содержать:

- показатели качества бетонной смеси, условия транспортировки, укладки, выдерживания, длительность и режимы твердения бетона и другие условия производства, принимаемые по технологической документации, разработанной в соответствии с действующими стандартами, нормами и правилами;

- нормируемые показатели качества бетона в соответствии с техническими требованиями проектной документации на конструкции конкретных видов, стандартов, технических условий;

- показатели однородности прочности бетона всех видов и плотности особо тяжелых, легких бетонов;

- ограничения по составу бетона и применению материалов для его приготовления, установленные нормативно-технической и технологической документацией.

9.1.6 Результаты подбора состава бетона, отвечающего требованиям утвержденного задания на подбор состава бетона (карта подбора состава бетона), должны быть оформлены в журнале подбора состава бетона и утверждены главным инженером предприятия-изготовителя бетонной смеси. Рабочие составы и дозировки подписывает руководитель лаборатории или другое лицо, ответственное за подбор состава бетона, назначенное в установленном порядке.

## **9.2 Принцип подбора составов самоуплотняющихся бетонных смесей**

9.2.1 Составы самоуплотняющихся бетонных смесей подбирают под конкретные конструктивные элементы с учетом густоты и шага армирования, используемой технологии укладки самоуплотняющейся бетонной

смеси, а также в соответствии с требованиями по эксплуатации конструкций.

9.2.2 Подбор состава бетонной смеси рекомендуется проводить в следующем порядке:

а) оценить водопотребность, расход химических и минеральных добавок;

б) определить количественное содержание песка и оптимальную дозировку химической добавки с соблюдением необходимой консистенции и постоянства характеристик;

в) испытать чувствительность к небольшим изменениям количества воды, химических и минеральных добавок и количества песка (устойчивость);

г) добавить соответствующее количество крупного заполнителя;

д) приготовить смесь СУБ в лабораторной мешалке, провести необходимые испытания;

е) испытать свойства СУБ в затвердевшем состоянии;

ж) приготовить пробные замесы в заводском бетоносмесителе.

и) если в ходе работы не удалось получить удовлетворительного результата, следует уделить внимание фундаментальному перепроектированию состава смеси. В зависимости от установленной проблемы можно выполнить следующие действия:

1) откорректировать соотношение цемент/микронаполнитель и вода/порошок и испытать консистенцию цементного теста;

2) откорректировать долю мелкого заполнителя и количество суперпластификатора;

3) рассмотреть возможность использования модификатора вязкости для снижения чувствительности смеси;

4) откорректировать долю и гранулометрический состав крупного заполнителя.



к) при подборе составов самоуплотняющихся бетонных смесей следует учитывать следующие особенности (по сравнению с вибрационным бетоном):

- 1) пониженное содержание крупного заполнителя;
- 2) повышенное содержание цементного теста;
- 3) низкое водоцементное отношение;
- 4) иногда повышенное содержание суперпластификатора;
- 5) иногда наличие модификаторов вязкости.

9.2.3 В качестве добавок могут быть использованы минеральные добавки и суперпластификаторы, органоминеральные добавки, модификаторы вязкости. В зависимости от условий производства в бетонную смесь могут вводиться добавки замедлители схватывания, ускорители твердения, противоморозные добавки, соответствующие ГОСТ 24211.

9.2.4 Примерные составы самоуплотняющихся бетонных смесей даны в приложении Г.

9.2.5 Общая схема подбора состава СУБС приведена на рисунке 1.

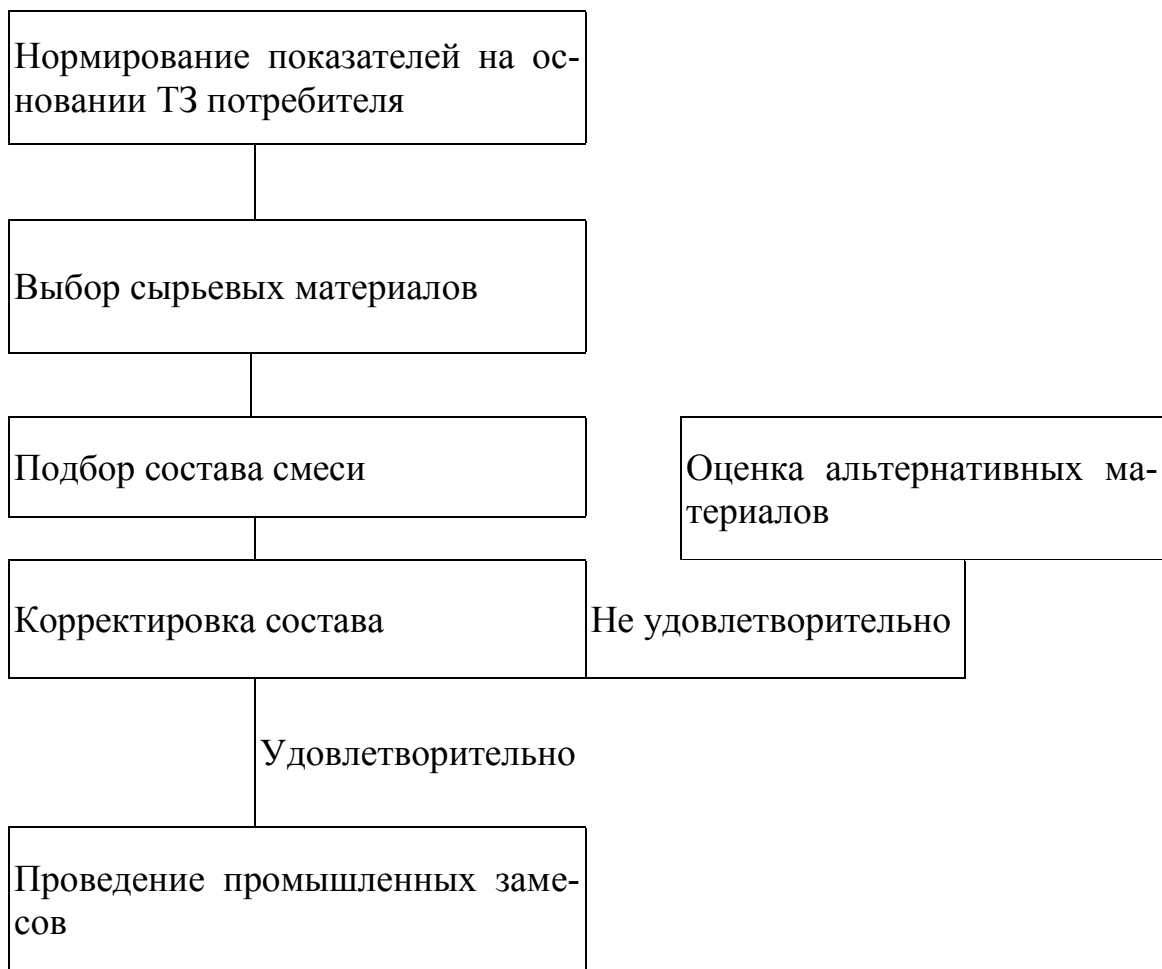


Рисунок 1 – Порядок подбора состава смеси

9.2.6 Примерное соотношение материалов в СУБС приведено в табл.

9.2.5.1.

Таблица 9.2.5.1 – Примерное соотношение материалов в СУБС

Компонент	Диапазон по массе (кг/м <sup>3</sup> )	Диапазон по объему (литр/м <sup>3</sup> )
Мелкодисперсная часть(цемент+минеральная добавка+пылевидные фракции заполнителя)	450 - 600	
Цементное тесто		300 - 380
Вода	150 - 210	150 - 210

## Окончание таблицы 9.2.5.1

Крупный заполнитель	750 - 1000	270 - 360
Мелкий заполнитель	Расход зависит от расхода других компонентов для получения в сумме 1 м <sup>3</sup> и составляет 48 – 55% от веса заполнителя.	

9.2.5.1 В случае применения минеральной добавки в виде водной суспензии расход воды затворения следует корректировать из расчета содержания в ней сухого вещества.

9.2.7 При проектировании состава самоуплотняющейся бетонной смеси нужно учитывать, что объем цементного теста должен быть больше, чем объем пустот, для того, чтобы зерна крупного заполнителя были полностью окружены слоем цементного теста.

9.2.8 Корректировку свойств бетонной смеси при подборе состав бетона рекомендуется производить путем изменения расхода суперпластификатора.

9.2.9 В бетонах класса В30 (с относительно небольшим расходом цемента и добавки микрозаполнителя), для обеспечения необходимой связанности в системе и предотвращения расслаивания рекомендуется использовать модификаторы вязкости в соответствии с НП-001-97 [9]. При подборе состава самоуплотняющегося бетона с использованием модификаторов вязкости необходимо учитывать, что для получения необходимого объема цементного теста и цементного раствора в составе бетона используется большее количество цемента и песка и меньшее количество суперпластифицирующей добавки (по сравнению с «классическим» СУБ, в котором присутствуют микрозаполнители).

9.2.10 Проверку устойчивости и стабильности самоуплотняющейся бетонной смеси рекомендуется производить при подборе состава СУБ путем изменения дозировки воды в пределах от 5 л/м<sup>3</sup> до 10 л/м<sup>3</sup> с

оценкой изменения свойств свежеприготовленной бетонной смеси.

9.2.11 При подборе составов СУБ необходимо обеспечить требуемую надежность подбора - стабильность свойств свежеприготовленной бетонной смеси, гарантирующую уменьшение возникновения отклонений на месте производства работ в связи с колебаниями влажности на месте хранения заполнителей или колебаниями гранулометрического состава.

## **10 Методы испытаний бетонной смеси и бетонов**

10.1 Пробы бетонной смеси для испытаний отбирают в соответствии с ГОСТ 10180 и ГОСТ 10181.

10.2 Испытания бетонной смеси на плотность, пористость и подвижность проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 10181 и настоящим СТО. При измерении объема вовлеченного воздуха бетонная смесь не штыкуется.

10.3 Прочность бетона определяют согласно ГОСТ 10180 и оценивают разрушающими и неразрушающими методами по ГОСТ 18105. При изготовлении контрольных образцов-кубов бетон не вибрируется, не штыкуется.

10.4 Морозостойкость бетона определяют и оценивают по ГОСТ 10060, водопроницаемость бетона определяют и оценивают по ГОСТ 12730.5.

10.5 Для определения свойств СУБ следует использовать следующие методы испытаний:

- определение расплыва конуса и  $T_{500}$  в соответствии с приложением Б (часть 1);
- оценки вязкости самоуплотняющегося бетона и его удобоукладываемости V-funnel test в соответствии с приложением Б (часть 2);
- оценки формуемости СУБ L-box test в соответствии с приложением

Б (часть 3);

- устойчивость к расслоению в соответствии с приложением Б (часть 4).

Т а б л и ц а 10.5.1 - Показатели качества СУБС и их методы оценки

Характеристика	Метод испытаний	Измеряемая величина
Подвижность/удобоукладываемость	Распływ конуса	Значение распльва
Вязкость/ текучесть	T <sub>500</sub>	Время истечения
	V- funnel	Время истечения
Формуемость	L-box	Коэффициент проходимости, отношение высот
Устойчивость к расслоению	Определение расслоения с помощью сита	Процентное содержание цементного молока
	Осадка столба	Отношение показателя расслоения верхней к нижней части

10.6 При разработке СУБ могут использоваться и другие методы учетом конкретных условий строительства по договоренности между производителем и потребителем бетонной смеси.

## **11 Технология приготовления самоуплотняющихся бетонных смесей**

11.1 Самоуплотняющиеся бетонные смеси для строительных конструкций АЭС следует изготавливать в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012, СТО 1.1.1.03.003.0911-2012 [16], СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 [17], а также требованиями технологической документации на конструкции и сооружения конкретных видов, утвержденной в установленном порядке.

11.2 Производство самоуплотняющихся бетонных смесей необходимо осуществлять на бетонных заводах, оснащенных системой обеспечения качества материалов, операций и оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 7473, ГОСТ 18105, ГОСТ 26633.

11.3 Необходимо, чтобы весь персонал, участвующий в производстве, транспортировке и укладке СУБ получил необходимую подготовку от специалиста с опытом работы с СУБ.

11.4 Заполнители должны храниться на площадках с твердым покрытием или закрытых складах, чтобы исключить перемешивание различных фракций и типов. Рекомендуется защищать заполнители от попадания воды. При производстве бетона в зимних условиях склады заполнителей должны быть закрытыми и теплыми.

11.5 Правила хранения цемента, заполнителей, химических и минеральных добавок должны соответствовать СП 43.13330.

11.6 Приготовление СУБС должно осуществляться с использованием стационарных или передвижных (мобильных) бетоносмесительных установках с гравитационным или принудительным перемешиванием смеси в соответствии с требованием ГОСТ 7473. Бетоносмесительные установки должны соответствовать требованиям ГОСТ 27338.

11.7 Продолжительность перемешивания самоуплотняющейся бетонной смеси рекомендуется увеличить на 25% по сравнению продолжительностью перемешивания обычной бетонной смеси (таблицей 11.7.1).

Таблица 11.7.1 - Продолжительность перемешивания СУБС на плотных заполнителях.

Вместимость смесителя по загрузке, л	Продолжительность перемешивания, с, не менее			
	в гравитационных смесителях	в смесителях принудительного действия при водоцементном отношении В/Ц		
		Менее 0,3	От 0,3 до 0,4	Более 0,4
Менее 750	75	120	80	75
От 750 до 1500	120	135	90	75
Более 1500	150	150	100	75

11.8 Дозирование плотных компонентов бетонной смеси должно осуществляться по массе. Пористые заполнители следует дозировать по объему с коррекцией по массе. Точность дозирования материалов (цемент, заполнители, минеральные и химические добавки, вода) для приготовления бетонной смеси должна соответствовать ГОСТ 7473.

11.9 Приготовление бетонных смесей консистенции SF1, SF2 рекомендуется производить в смесителях принудительного перемешивания с лопастными мешалками.

11.10 При приготовлении бетонных смесей консистенции SF3 допускается использование гравитационных смесителей. При использовании смесителей принудительного перемешивания в начале в смеситель дозируют заполнители совместно с цементом и минеральными добавками (микронаполнителями), затем вводят основную часть воды затворения и суперпластификатор. Добавки, регулирующие вязкость, вводят с последней порцией воды. Использование смесителей с принудительным перемешиванием позволяет получить большую подвижность смеси и уменьшить расход суперпластификатора по сравнению с гравитационными смесителями.

11.11 Рекомендуется при использовании гравитационных смесителей сначала в смеситель дозируется примерно две трети воды от общего количества. Затем следует ввести заполнители, минеральные добавки (микронаполнители) и цемент. После получения однородной смеси добавляют оставшуюся воду и суперпластификатор. Добавки, регулирующие вязкость, вводят после пластификаторов.

11.12 Добавки не следует смешивать друг с другом до момента дозирования, если нет четких рекомендаций по этому вопросу от производителя добавки.

11.13 До начала производства рекомендуется произвести пробный выпуск бетонной смеси для определения последовательности загрузки и оценки качества бетонной смеси. В процессе испытаний необходимо выработать стандартную процедуру дозирования и смешивания компонентов и соблюдать ее в дальнейшем, для того чтобы качество бетонной смеси не отличалось от партии к партии. Объем бетона для производственных испытаний должен быть не меньше половины емкости смесителя.

11.14 При подтверждении качества получаемой бетонной смеси компоненты бетонной смеси в работающий смеситель допускается загружать одновременно.

11.15 Температура цемента, заполнителей, минеральной добавки не должна превышать 70°C.

11.16 Рекомендуется обеспечить временной интервал между производством цемента и его применением не менее 14 дней. Температура воды при приготовлении бетонной смеси не должна превышать:

- 70°C при приготовлении бетонной смеси на нормальноотвердеющем цементе по ГОСТ 31108 (ЦЕМ (Н));

- 60°C при приготовлении бетонной смеси на быстротвердеющем цементе по ГОСТ 31108 (ЦЕМ (Б)).

11.17 В зимний период приготовление бетонной смеси следует произ-



водить в обогреваемых бетоносмесительных установках с использованием подогретой воды, оттаявших или подогретых заполнителях. Приготовление бетонной смеси в зимний период рекомендуется с использованием смесителей с принудительным перемешиванием. Продолжительность перемешивания бетонной смеси рекомендуется увеличить на 25 %. Способы и средства транспортировки должны обеспечивать доставку бетонной смеси к месту укладки с нормируемыми показателями качества и температурой не ниже требуемой по расчету.

11.18 При приготовлении бетонной смеси в зимний период последовательность загрузки должна быть следующей:

а) при использовании горячей воды:

- 1) заполнитель;
- 2) минеральная добавка;
- 3) горячая вода;
- 4) цемент;
- 5) химическая добавка;

б) при использовании подогретых заполнителей:

- 1) мелкий заполнитель;
- 2) цемент;
- 3) минеральная добавка;
- 4) крупный заполнитель;
- 5) вода, химическая добавка.

11.19 При приготовлении бетонной смеси на плотных заполнителях рабочий раствор химической добавки вводят вместе с водой затворения или с частью воды затворения.

11.20 Продолжительность перемешивания должна обеспечивать получение бетонной смеси и бетона в соответствии назначенными требованиями и должна соответствовать ГОСТ 7473 (приложение Г).

11.21 Производительность завода, время транспортировки и скорость

укладки на месте производства работ должны быть скоординированы с целью исключения перерывов в поставке, для того чтобы бетонная смесь сохранила требуемую подвижность к моменту укладки. Перерывы в производстве могут привести к образованию швов бетонирования между слоями явиться причиной недоуплотнения последующих слоев бетонной смеси при возобновлении производства.

## 12 Транспортирование бетонной смеси

12.1 Транспортировку СУБС следует осуществлять автобетоносмесителями в соответствии с ГОСТ 7473 и ГОСТ 27339. Конструкция автобетоносмесителя должна обеспечивать побуждение готовой бетонной смеси в процессе ее транспортировки, транспортирование бетонной смеси с сохранением ее качества, обеспечивать разгрузку готовой бетонной смеси непосредственно в место укладки или перегружать в другие бетонотранспортные устройства: бетононасосы, конвейеры, тару и т.п.

12.2 Выбор автобетоносмесителя должен производиться с учетом максимального использования по загрузке. Коэффициент загрузки автобетоносмесителя при транспортировке СУБС рекомендуется принимать не менее 0,4.

12.3 Соотношение геометрического объема и вместимости автобетоносмесителя приведено в таблице 12.3.1.

Т а б л и ц а 12.3.1 – Соотношение геометрического объема и вместимости автобетоносмесителя

Наименование показателя	Значение показателя					
	Геометрический объем, м <sup>3</sup> , не более	8	9	10	12	14
Вместимость, м <sup>3</sup>	4	5	6	7	8	10

12.4 Не допускается транспортирование самоуплотняющихся бетон-

ных смесей автосамосвалами.

12.5 Не рекомендуется транспортировать готовую бетонную смесь СУБС на расстояние более 50 км.

12.6 Продолжительность транспортирования готовой бетонной смеси не должна быть более времени сохраняемости ее свойств.

12.7 Время транспортирования готовых бетонных смесей не должно превышать 2 ч.

12.8 При транспортировании бетонной смеси необходимо исключить возможность прямого воздействия атмосферных осадков, ветра и солнечных лучей, нарушение состава бетонной смеси, расслоения, потери цементного раствора.

12.9 В зимних условиях готовую бетонную смесь рекомендуется перевозить в автобетоносмесителями с утепленными барабанами. Продолжительность транспортирования готовой бетонной смеси должна устанавливаться с учетом темпа остывания.

12.10 После загрузки бетонной смеси в автобетоносмеситель и до его полной разгрузки необходимо обеспечить постоянное вращение барабана миксера на малых или средних оборотах (во избежание самоуплотнения смеси в миксере).

### **13 Правила приемки бетонных смесей**

13.1 Бетонные смеси должны быть приняты техническим контролем изготовителя в соответствии с требованиями ГОСТ 7473 и настоящего СТО. Периодичность контроля показателей качества бетона и бетонных смесей устанавливают в соответствии с ГОСТ 7473.

13.2 Качество самоуплотняющейся бетонной смеси на заводе-изготовителе оценивается по следующим характеристикам:

- подвижность по расплыву конуса;

- вязкость (V-образная воронка или  $T_{500}$ );
- сохраняемость (стабильность подвижности во времени);
- средняя плотность;
- устойчивость к расслаиванию;
- объем вовлеченного воздуха;
- температура.

13.3 Качество бетона оценивается по показателям прочности в проектном возрасте и другим нормируемым показателям качества, определенным в договоре на поставку бетонной смеси.

13.4 Контроль качества и оценка соответствия бетонной смеси и бетона заданным требованиям для сборного железобетона производят на бетоносмесительном узле и/или на заводе сборного железобетона, а для монолитного бетона - на заводе изготовителе бетонной смеси.

13.5 При приемке бетонной смеси в журнале производства работ должно быть отмечено:

- время доставки бетонной смеси на стройплощадку;
- подвижность бетонной смеси.

13.6 Приемка бетонной смеси на объекте строительства осуществляется представителем приобъектной лаборатории или представителем организации, осуществляющей строительный контроль.

13.7 Определение подвижности бетонной смеси по расплыву конуса производится путем отбора проб из каждого бетоносмесителя в начальный период поставки из 5 первых бетоносмесителей и в дальнейшем из каждого 50-го бетоносмесителя при поставке одного класса бетона и одной подвижности. Отбор пробы для определения расплыва конуса осуществляется после выхода  $0,1 \text{ м}^3$  бетонной смеси.

## 14 Технология бетонирования

14.1 Укладку самоуплотняющейся бетонной смеси производят в соответствии с правилами СП 70.13330 и настоящим СТО. Способ подачи бетонной смеси будет определяться по расчетному значению интенсивности бетонирования. Выбор способа укладки бетонной смеси осуществляется с учетом геометрии и степени армирования конструкции, свойств бетонной смеси.

14.2 Выбор бетоноукладочного комплекса осуществляется с учетом вида бетонируемой конструкции, ситуационных условий стройплощадки, сроков производства работ, среднего и пикового темпа бетонирования, климатических условий.

14.3 Разработка технологического регламента бетонирования осуществляется на основании выбранного бетоноукладочного комплекса и определенных требований к бетонной смеси по технологическим характеристикам с учетом сырьевой базы района строительства.

14.4 Выбор типа опалубки должен производиться с учетом вида конструкций и условий производства работ.

14.5 Применяемая опалубка, формообразующие, несущие, соединительные и поддерживающие элементы опалубки должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52085. Правильность установки, сборки, закрепления опалубки и поддерживающих частей, лесов должны быть приняты в соответствии с СП 70.13330, СНиП 12-03-2001 [18] и СНиП 12-04-2002 [7]. Расчет опалубки для бетонирования СУБС должен учитывать полное гидростатическое давление бетона на опалубку. Конструкция опалубки должна исключать вытекание цементного молочка и раствора. Метод расчета опалубки для СУБС приведен в приложении В.

14.6 Опалубочные работы следует проводить в соответствии с СП 70.13330.

14.7 Перед укладкой смеси следует убедиться, что арматура и опалубка размещены в соответствии с требованиями проекта, а опалубка не содержит воды, мусора, достаточно герметизирована и принята по акту.

14.8 Перед укладкой бетонной смеси необходимо определить интенсивность подачи её в опалубку с учетом густоты армирования, технологических свойств бетонной смеси и возможности вовлечения дополнительного воздуха.

14.9 Разгрузку бетонной смеси не следует начинать до проведения контрольных проверок, включающих визуальный контроль, а также соответствие показателей качества бетонной смеси требованиям проекта и технологического регламента.

14.10 Запрещается добавлять в бетонную смесь воду для увеличения подвижности бетонной смеси и восстановления удобоукладываемости и других нормируемых показателей качества СУБС, а также введение добавок на месте укладки.

14.11 Бетонную смесь можно укладывать путем прямой разгрузки в конструкцию по бетонолитному желобу из автобетоносмесителя, с помощью автобетононасоса, бадьи. Рекомендации по выбору способа бетонирования, применяемого оборудования для бетонирования различных конструкций приведены в приложении Е. Принятый способ укладки бетонной смеси должен обеспечивать монолитность конструкции.

14.12 При вынужденных перерывах бетонирования или необходимости выдерживания смеси на стройплощадке в течение определенного времени до укладки, то можно использовать приемные бункеры - танки, оборудованные мешалками или автобетоносмесители.

14.13 При укладке бетонной смеси с помощью автобетононасоса конец бетоновода должен находиться на минимально близком расстоянии к поверхности бетона. В случаях, когда требования к качеству поверхности очень высокие, СУБ следует укладывать с помощью погружного шланга. Укладку

рекомендуется начинать с наиболее низкой части конструкции, в месте, в котором шланг можно расположить как можно ближе к нижней части опалубки. После образования достаточной глубины раствора шланг необходимо погрузить в бетон. Конец шланга следует, по возможности, все время поддерживать ниже уровня поверхности бетона для избежания попадания воздуха в шланг.

14.14 При укладке бетонная смесь должна перемещаться равномерным слоем под малым углом скольжения и полностью охватывать стержни арматуры без образования раковин. При бетонировании конструкций из СУБС не должно выделяться воздушных пузырей, что может свидетельствовать о нарушении состава бетона или технологии укладки.

14.15 В зависимости от размеров конструкции, высоты сброса бетона, густоты армирования, необходимо предусматривать технологические отверстия для подачи бетоновода для избежания расслоения бетонной смеси при ударе об арматуру.

14.16 При использовании бетононасоса должна быть осуществлена его «прокачка» цементным раствором, специальными «пусковыми смесями». Допускается прокачка насоса бетонной смесью СУБС с последующим возвратом бетонной смеси в автобетоносмеситель.

14.17 Следует правильно подобрать длину потока растекающейся смеси. При этом необходимо учитывать, что длина потока более 10 м может привести к динамическому расслоению смеси или к образованию пустот.

14.18 Быстрый вертикальный поток смеси при бетонировании может привести к задержке выхода воздуха из уложенной смеси, а также к образованию воздушных пузырьков и пор на поверхности.

14.19 Перед началом бетонирования при приемке бетонной смеси строительной лабораторией должно быть проведено испытание на подвижность по расплыву конуса для определения показателей смеси.

14.20 Следует обеспечить постоянное наблюдение за укладкой бетонной смеси, при этом контролировать эффективность заполнения формы (опалубки) и любые признаки расслаивания, а также блокировки смеси стержнями арматуры, элементами опалубки. Визуальная оценка любого признака расслаиваемости - отделения раствора/цементного теста/воды по границе расплыва и любое отделение заполнителя в центральной зоне указывает на недостаточную степень устойчивости к расслаиванию.

14.21 Смеси СУБ, отличающиеся низкой скоростью истечения (продолжительность времени расплыва  $T_{500} \geq 20$  сек), могут проявлять склонность к тиксотропному гелеобразованию, которое вызывает начало процесса самоуплотнения и схватывания в момент покоя. Для исключения тиксотропного гелеобразования необходимо постоянное перемешивание бетонной смеси при транспортировании её на стройплощадку и перед укладкой.

14.22 Укладку следует производить без перерывов. Размещение бетонных труб, бетоноводов, мест подачи бетонной смеси следует расположить таким образом, чтобы кромка бетонной смеси все время находилась в движении.

14.23 Если произошел перерыв в бетонировании при вертикальной подаче бетона, рекомендуется несколько увеличить высоты сброса очередной порции бетонной смеси, так, чтобы поверхность первого слоя «оживилась», что позволит избежать в образовании «холодного» шва.

14.24 Максимальная высота сброса СУБС SF1-SF3 составляет 2,5 м.

14.25 При бетонировании массивных конструкций и больших площадей, где по условиям производства работ допускается бетонирование захватками с образованием рабочих швов бетонирования, следует использовать металлическую сетку с размером ячейки до 3мм.

14.26 При использовании бетононасосов самоуплотняющуюся бетонную смесь целесообразно подавать непосредственно от основания опалубки снизу вверх (напорное заполнение опалубки восходящим потоком бетонной



смеси). При этом в бетонную смесь вовлекается меньше воздуха, обеспечивается технологичность укладки и высокое качество поверхности. Скорость бетонирования выше, чем при подаче смеси сверху. При бетонировании от основания рекомендуется использовать задвижку на бетононасосе для регулирования объема подаваемой смеси.

14.27 При бетонировании с помощью бетонолитной трубы, лотка или секций бетоноводов место выхода бетона должно быть направлено в самую дальнюю зону бетонирования и отводиться по мере продвижения фронта работ.

14.28 При бетонировании с использованием бадьи необходимо обеспечить герметичность бадьи и не допускать вытекание раствора или цементного теста.

14.29 Бадью для транспортирования бетонной смеси не следует подвергать вибрации и чрезмерному встряхиванию при подаче бетонной смеси во избежание расслаивания бетонной смеси.

14.30 Организация работ должна исключать длительный застой смеси в бадье, что может вызвать тиксотропное схватывание, из-за которого при открытии бадьи во время разгрузки смесь не будет вытекать плавно и самостоятельно.

14.31 При необходимости для ликвидации тиксотропного схватывания следует произвести побуждение бетонной смеси с помощью внешнего вибрационного воздействия.

14.32 Низкая интенсивность подачи бетонной смеси с помощью бадьи (12-20 м<sup>3</sup>/час) может вызвать образование поверхностной корки, а также появление видимого горизонтального следа или шва бетонирования между слоями бетона.

14.33 При бетонировании высоких или тонких стен укладку бетонной смеси следует производить через бетоновод для подводного бетонирования или сжимающийся рукав (сплющивающийся шланг), прикрепленный к бадье.

Использование сжимающегося рукава вместо жесткого шланга обеспечивает наполненность рукава по всей длине, регулирует скорость движения и предотвращает вовлечение воздуха в бетонную смесь. Если используется жесткий бетоновод для подводного бетонирования, его конец следует всегда держать глубже поверхности бетонной смеси.

14.34 При укладке бетонной смеси СУБС вибрирование не допускается, за исключением следующих случаев:

- при защемлении воздуха в замкнутой части опалубке;
- при перерыве в укладке бетонной смеси в случае опасности образования шва бетонирования;
- при признаках расслоения смеси при бетонировании плоскостных конструкций для выравнивания поверхности плит.

14.35 Обработку поверхностей следует производить сразу после выравнивания бетонной смеси до начала тиксотропного схватывания и до высыхания поверхности (образования корки). При необходимости возможно использование дополнительной обработки (при помощи щеток и др.)

14.36 Перечень возможных причин дефектов и способов их предотвращения или устранения приведен в приложении Д.

## **15 Выдерживание и уход за бетоном**

15.1 Выдерживание самоуплотняющегося бетона в конструкциях осуществляется аналогично выдерживанию вибрационного бетона с соблюдением требований по тепловой изоляции и допустимым перепадам температур при снятии опалубки и прекращении ухода за бетоном.

15.2 Комплекс других работ при выдерживании бетона определяется требованиями технологических регламентов на производство бетонных работ при возведении монолитных и изготовлении сборных железобетонных конструкций.

15.3 Уход за бетоном должен обеспечивать достижение бетоном всех нормируемых показателей качества в проектном возрасте.

15.4 При выдерживании и уходе за бетоном рекомендуется применять пленкообразующие материалы по уходу за бетоном. Пленкообразующие материалы распределяют с помощью пневматического инструмента, краскопультов, удочек с расходом, рекомендуемым производителем материала. Необходимо обеспечить равномерное распределение пленкообразующего материала по поверхности слоем толщиной около 0,3 мм - 0,5 мм и формирование качественного пленочного покрытия. Запрещается наносить пленкообразующие материалы на поверхности бетона, которые в дальнейшем будут находиться в монолитном контакте с бетоном, а также на элементы стыков, если сформировавшаяся пленка не может быть полностью удалена перед последующими бетонными работами.

15.5 Не допускается нарушать сплошность сформированного пленкообразующего покрытия на бетоне до набора им 70 % марочной прочности.

15.6 При невозможности ухода с помощью пленкообразующего материала на отдельных участках конструкции необходимо обеспечить влажностный уход с помощью, увлажняемой мешковины, нетканых синтетических материалов или постоянного орошения водой. Разница между температурой поверхности бетона и температурой воды не должна превышать 10°C.

15.7 При появлении трещин вследствие пластической усадки допускается повторная обработка поверхности с помощью гладилок или легких виброреек.

15.8 Мероприятия по уходу за бетоном фиксируют в журнале ухода за бетоном.

15.9 При среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5 °С и минимальной суточной температуре ниже 0°C необходимо принимать

специальные меры по выдерживанию уложенного бетона в конструкциях и сооружениях, бетонируемых на открытом воздухе согласно СП 70.13330.

## **16 Особенности проектирования и изготовления сборных железобетонных изделий на основе СУБС**

16.1 В случае применения сборных бетонных и железобетонных изделий из СУБ заказчик должен установить требуемые эксплуатационные характеристики конструкции или изделия, изготовленных в заводских условиях.

16.2 Требования, предъявляемые к сборному железобетонному изделию из СУБС, должны совпадать с требованиями на конструкцию, изготавливаемую из вибрационного бетона, а также соответствовать требованиям к бетону из СУБС, описываемых в разделе 6.

16.3 Состав бетонной смеси подбирается в соответствии с указаниями главы 9.

16.4 Подбор состава смеси должен обеспечивать выполнение предварительно установленных требований к затвердевшему СУБ, а также обеспечивать свойства самоуплотняющейся бетонной смеси: текучесть, вязкость и стабильность. Технологические требования к бетонной смеси зависят от типа опалубки, способа укладки, схемы армирования и условий поверхностной обработки.

16.5 Для изготовления сборных изделий рекомендуется использовать смесь СУБ, обладающую быстрым схватыванием и ранним набором прочности.

16.6 Регулирование ранней прочности СУБ можно достичь путем подбора состава бетонной смеси с использованием добавок суперпластификаторов с ускоряющим эффектом, ускорителей твердения по ГОСТ 24211 и/или инициировать путем контролируемого с помощью тех-

нологии и оборудования, определяющего кинетику нарастания ранней прочности бетона (применение теплых смесей и др.).

16.7 Передаточная прочность бетона, воспринимающего сжимающие напряжения должна быть не менее 1,5 максимальных сжимающих усилий в бетоне и не менее 25 МПа.

## **17 Безопасность труда при производстве работ с СУБС**

17.1 При производстве бетонных смесей, изготовлении сборных железобетонных изделий и бетонировании монолитных конструкций следует руководствоваться общими требованиями безопасности в соответствии с СНиП 12-03-2001 [18].

17.2 Цемент, микронаполнители, заполнители для бетона - вещества пожаровзрывобезопасные. Цемент - вещество малоопасное 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007. Предельно допустимая концентрация (ПДК) воздушной зоны производственных помещений - 6 мг/куб.м.

17.3 Минеральные компоненты бетона - вещества малоопасные. ПДК в воздухе рабочей зоны производственных помещений для кварцевого песка - 1 мг/куб.м, для минеральных добавок - 5 мг/куб.м.

17.4 Производственные помещения, где производятся работы по приготовлению бетонных смесей, должны быть оборудованы общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией по ГОСТ 12.4.021, оборудование не должно допускать пылеобразования в воздухе рабочей зоны, в том числе при погрузочно-разгрузочных работах.

17.5 Вращающиеся части оборудования для приготовления, транспортирования и укладки бетонной смеси должны иметь соответствующие защитные ограждения. Перед включением привода бетоносмесителя необходимо убедиться в отсутствии людей в рабочей зоне. К работе допускаются

лица, ознакомленные с требованиями безопасности и после проведения соответствующего инструктажа.

17.6 Персонал, занятый на приготовлении бетонных смесей и на строительной площадке, должен проходить предварительный и периодические медицинские осмотры в соответствии с приказом Минздрава № 555 [19].

17.7 При подготовке участка бетонирования на верхней отметке должны быть размещены деревянные настилы (трапы), расположение которых соответствует порядку бетонирования.

17.8 Зона бетонирования, проезды и места разгрузки и разворота автобетоносмесителей должна быть освещена прожекторами или переносными осветительными лампами для улучшения условий труда и облегчения визуального контроля при транспортировке, подачей бетонной смеси, за качеством укладки и уплотнения бетонной смеси в темное время суток.

17.9 При работе с электрооборудованием в т.ч., используемом при прогреве бетона, следует соблюдать правила электробезопасности в соответствии с СНиП 12-03-2001 [18] и ПУЭ.

## Приложение А

(справочное)

### Примеры основных проектных требований к бетонным смесям и бетонам

А.1 В таблицах А.1 и А.2 приведены примеры основных проектных требований к бетонам и бетонным смесям, применявшихся в конструкциях основных сооружений АЭС с различными унифицированными энергоблоками.

Таблица А.1 - Примеры основных проектных требований к бетонам и бетонным смесям, применявшихся в конструкциях основных сооружений АЭС

Объект, сооружение, конструкция	Проектный класс по прочности		Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Марка по водонепроницаемости	Марка по морозостойкости
	на сжатие	на растяжение			
<b>I. Реакторное отделение</b>					
1. Фундаментная плита на отм. - 6 600 <math>B=?.40 м^</math>	В 15	-	2150 - 2350	-	-
2. Плита монолитная на отм. 13.200 (h=2,40 м)	В 15- В 30	-	2150- 2350	-	-
3. Сборномонолитные внутренние и контурные стены	В 15 – В 22,5	-	2150 - 2350	-	-
4. Сборномонолитные перекрытия	В 15	-	2150 - 2350	-	-
5. Защитная оболочка	В 30	-	2150 - 2350	W 8	F 200
6. Цилиндрическая и купольные части	В 30	-	2150 - 2350	W 8	F 200

Окончание таблицы А.1

Объект, сооружение, конструкция	Проектный класс по прочности		Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Марка по водонепроницаемости	Марка по морозостойкости
	на сжатие	на растяжение			
7. Опорное кольцо (карниз)	В 30	-	2150 - 2350	-	-
8. Шахта реактора	В 15	-	2150-2350	-	-
9. Стены помещений мокрой перегрузки ВКУ, бассейна выдержки и перегрузки, обстройка выше отметки 13.200, перекрытия на отм. 25,70 и 36, 90	В 15 – В 22,5		2950 3150 и 3350		
II. Машинный зал					
1. Нижняя плита фундамента турбоагрегата	В 22,5	В <sub>t</sub> 1,6- В <sub>t</sub> 2,0	2350-2400	-	-
2. Верхнее строение фундамента турбоагрегата	В 30	-	2150 - 2350	-	-
<p>Примечания</p> <p>1 Классы бетонов по прочности для конструкций реакторного отделения указаны в чертежах для проектного возраста 28 суток.</p> <p>2 Для конструкций, выполняемых из обычного тяжелого бетона, за исключением опорного кольца (карниза) и купола защитной оболочки, проектный возраст бетона рекомендуется принимать 60 или 90 суток (по согласованию с проектной организацией).</p> <p>3 Проектный класс бетона фундамента турбоагрегата по прочности при сжатии задан в возрасте 90 суток, при растяжении - 28 суток.</p> <p>4 Плотность особо тяжелого бетона в проектном возрасте не должна отличаться более чем на ±3% заданной.</p> <p>5 Дополнительные требования к бетонам, обусловленные местными климатическими и гидрологическими условиями района строительства АЭС, указываются в проекте</p>					



Таблица А.2 - Характеристики бетонов, заложенные в проектную документацию по конструкциям основных сооружений АЭС

Объект, сооружение, конструкция	Проектный класс по прочности на сжатие	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Марка по водонепроницаемости	Марка по морозостойкости
Вариант ЛАЭС-2				
Здания и сооружения ядерного острова				
Реакторное отделение				
1. Фундаментная плита	В 40	2200-2500	W6	F100
2. Монолитные внутренние стены	В 30		W 6 - W 8	F75-F100
3. Монолитные перекрытия	В 30		W6	F50-F100
4. Внутренняя защитная оболочка	В 60		W6	F75
5. Наружная защитная оболочка	В 40		W 8	F75
6. Конструкции зоны локализации аварии	В 30		W6	F75
7. Бассейн выдержки и перегрузки топлива	В 30	3500	W6	F75
8. Конструкции галереи натяжения	В 60	2200-2500	W6	F100
Здание безопасности				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500,3500	W6	F75—F100
Вспомогательный корпус				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F75-F100
Здание управления				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F75-F100
Паровая камера				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F75-F100
Здание ядерного обслуживания с бытовыми помещениями зоны контролируемого доступа				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25 - В 30	2200-2500		F75-F100
Здания и сооружения турбинного отделения				
Машинный зал				
1. Фундамент здания	В 25	2200-2500	W6	F100

2. Фундамент турбоагрегата	В 25		W6	F75
----------------------------	------	--	----	-----

## Продолжение таблицы А.2

Объект, сооружение, конструкция	Проектный класс по прочности на сжатие	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Марка по водонепроницаемости	Марка по морозостойкости
2. Колонны	В 25		W6	F75
3. Стены до отм. +16,0	В 25		W6	F75
Здание электроснабжения нормальной эксплуатации				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500		
Хранилище транспортно-технологического оборудования и твердых радиоактивных отходов				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F75-F100
Здание блочной дизельной электростанции с промежуточным складом дизельного топлива				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F75-F100
Здание резервной дизельной электростанции системы аварийного электроснабжения с промежуточным складом дизельного топлива (РДЭС)				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F75-F100
Здания и сооружения системы технического водоснабжения потребителей турбинного отделения				
Здание водоподготовки				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F75-F100
Насосная станция потребителей здания турбины				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W 8	F150
Башенная испарительная градирня				
1. Кольцевой фундамент под вытяжную башню	В 20	2200-2500	W6	F100
2. Подколонники	В 20		W6	F150

3. Колонны наклонной колоннады вытяжной башни	В 30		W 8	F300
4. Вытяжная башня	В 25		W 8	F500

Продолжение таблицы А.2

Объект, сооружение, конструкция	Проектный класс по прочности на сжатие	Средняя плотность, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Марка по водонепроницаемости	Марка по морозостойкости
Здания и сооружения системы технического водоснабжения ответственных потребителей				
Насосная станция ответственных потребителей				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W 8	F150
Брызгальный бассейн				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W 8	F150
Камера переключения				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W 8	F150
Сооружения блочных трансформаторов				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25			
Сооружения для баков запаса обессоленной воды				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500		
Тоннели				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F100
Эстакады				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500		
Насосная станция автоматического водяного пожаротушения с резервуарами запаса воды				
1. Несущие и ограждающие конструкции	В 25	2200-2500	W6	F100
Вариант НВАЭС-2				
Реакторное отделение				
1. Фундаментная плита на отм. -5.400 (h=3,00 м)	В 25	2200-2500	W6	F50

2. Монолитные внутренние и контурные стены	В 25	2200-2500	W6	F50-F100
3. Монолитные перекрытия	В 25	2200-2500	W6	F50-F100
4. Внутренняя защитная оболочка	В 50		W6	F50
5. Наружная защитная оболочка	В 25	2200-2500	W6	F100
6. Зона локализации аварии	В 25	2200-2500	W6	F50
7. Бассейн выдержки и перегрузки топлива	В 25	3350	W6	F50
Машинный зал				
1. Нижняя плита фундамента турбоагрегата.	В 25	2200-2500	W6	F100
2. Верхнее строение фундамента турбоагрегата	В 25	2200-2500	W6	F100

Т а б л и ц а А . 3 - Классификация зданий, сооружений, конструкций и их элементов строительной части АЭС с РУ ВВЭР (Проект АЭС-2006, вариант НВАЭС-2)

Наименование и обозначение систем, оборудования, элементов и трубопроводов	Классификационное обозначение по ОПБ-88/97	Категория ответственности за радиационную и ядерную безопасность по ПиН АЭ - 5.6	Категория сейсмостойкости по НП-031-01
1 Реакторное отделение			
1.1 Фундаментная плита	2Н	I	I
1.2 Стены и перекрытия фундаментной части	2Н	I	I
1.3 Конструкции зоны локализации аварии (ЗЛА)			
1.3.1 Шахта реактора	2Н	I	1

1.3.2 Бассейн выдержки отработанного топлива (в том числе облицовка)	2Н	I	I
1.3.3 Шахта мокрой перегрузки	2Н	I	I
1.3.4 Стены и перекрытия зоны локализации аварии	2Н	I	1
1.3.5 Закладные детали и металлоконструкции раскрепления оборудования и трубопроводов	2Н	I	I
1.4 Конструкции герметичного ограждения			
1.4.1 Железобетонные ограждающие конструкции (оболочка, опорная плита, бак бора), включая люк и шлюзы	2НЛ	I	1
1.4.2 Стальная герметизирующая облицовка с закладными деталями	2НЛ	I	1
1.4.3 Опорные конструкции полярного крана (консоли, балки)	2Н	I	I
1.5 Стены и перекрытия обстройки	2Н	I	I
1.6 Вентиляционная труба реакторного отделения	3Н	II	II
2 Конструкции зданий дизель-электрических станций (РДЭС) с насосными технического водоснабжения ответственных потребителей, компрессорными пневмоприводов, промежуточного склада топлива и каналами связи со зданием реакторного отделения	20	I	I
3 Конструкции зданий промконтура САОЗ	2НЗО	I	I
4 Несущие конструкции машинного зала, деаэрационного отделения, пристройки электроустройств	3Н	II	II

5 Несущие конструкции эстакады между реакторным отделением и спецкорпусом	ЗН	II	II
6 Хранилище радиоактивных изотопов (ХРИ)	ЗН	II	II
7 Фундаменты баков дистиллята, ресиверов азота и воздухоборников пневмоприводов арматуры	ЗН	II	II
8 Сооружения системы охлаждения ответственных потребителей (насосные станции СООП, трубопроводы)	2НО	1	1
9 Здание общеблочной резервной дизель-электрической станции (РДЭСО) - построено с блоком № 3	4	11	II
10 Блок вспомогательных сооружений на ОРУ-750 кВ	4	И	II
11 Кабельные каналы и тоннели	4	II	II
12 Эстакады и каналы технологических трубопроводов	4	II	II
13 Переходные мосты между главными корпусами	4	III	III
14 Склад баллонов инертных газов	4	III	III
15 Убежище ГО на 600 укрываемых	4	III	см.примечание
16 Здание защитного укрытия пожарной техники	4	III	см.примечание
17 Сооружения хозяйственно-питьевого водоснабжения	4	III	III
18 Сооружения хозяйственно-бытовой канализации	4	III	III
19 Сооружения канализации промстоков, загрязненных нефтепродуктами	4	III	III
20 Сооружения служб охраны и безопасности	4	III	III

21 Сооружения системы основной охлаждающей воды и неответственных потребителей (БНС, подводящий канал, отводящий канал, трубопроводы, градирни, насосная станция подачи воды на градирни)	4	III	II
---	---	-----	----

## **Приложение Б**

### **(обязательное)**

### **Методы испытаний**

#### Б.1 Испытание бетонной смеси: Расплыв конуса и время $T_{500}$

##### Б.1.1 Общие положения

Б.1.1.1 Расплыв конуса и время  $T_{500}$  это испытание для оценки подвижности и скорости расплыва самоуплотняющегося бетона по [22]. Результатом является показатель удобоукладываемости самоуплотняющегося бетона. Время  $T_{500}$  является мерой скорости расплыва и вязкости.

Б.1.1.2 Бетонная смесь заливается в конус, применяемый также для определения расплыва конуса по [23]. После удаления конуса измеряется время от начала движения конуса вверх до момента, когда диаметр расплыва бетонной смеси составит 500 мм; это время обозначается как  $T_{500}$ . Затем измеряется максимальный диаметр расплыва бетона в диаметрально противоположных направлениях. Среднее значение является показателем расплыва конуса.

**Примечание** – Определение времени  $T_{500}$  не измеряется в случае отсутствия нормирования этого показателя.

##### Б.1.2. Средства контроля и вспомогательное оборудование.

Б.1.2.1 Оборудование должно соответствовать стандарту [23] за исключением случаев, приведенных ниже:

Б.1.2.1.1 Стальной лист представляет собой плоскую пластину размерами не менее 900 x 900 мм. Поверхность пластины должна быть плоской, неабсорбирующей, толщиной не менее 2 мм. Поверхность пластины должна быть стойкой к воздействию бетона и не ржаветь. Конструкция пластины не должна допускать искривления в процессе эксплуатации. Отклонение от плоскостности не должно превышать 3 мм в любой точке, в случае если по центру противоположных сторон установлена поверочная линейка.

Центр пластины необходимо разделить двумя перпендикулярными линиями, которые должны располагаться параллельно краям пластины, и окружностями диаметром 200 и 500 мм, центры которых совпадают с центром пластины, см рисунок 1.

Б.1.2.1.2 Линейка с делениями от 0 до 1000 мм с интервалом 1 мм.

Б.1.2.1.3 Секундомер, с пределом измерений до 0,1 сек.

Б.1.2.1.4 Утяжелительное кольцо (необязательно), массой, не менее, 9 кг.

**Примечание** - Утяжелительное кольцо позволяет проводить испытание 1 человеку.



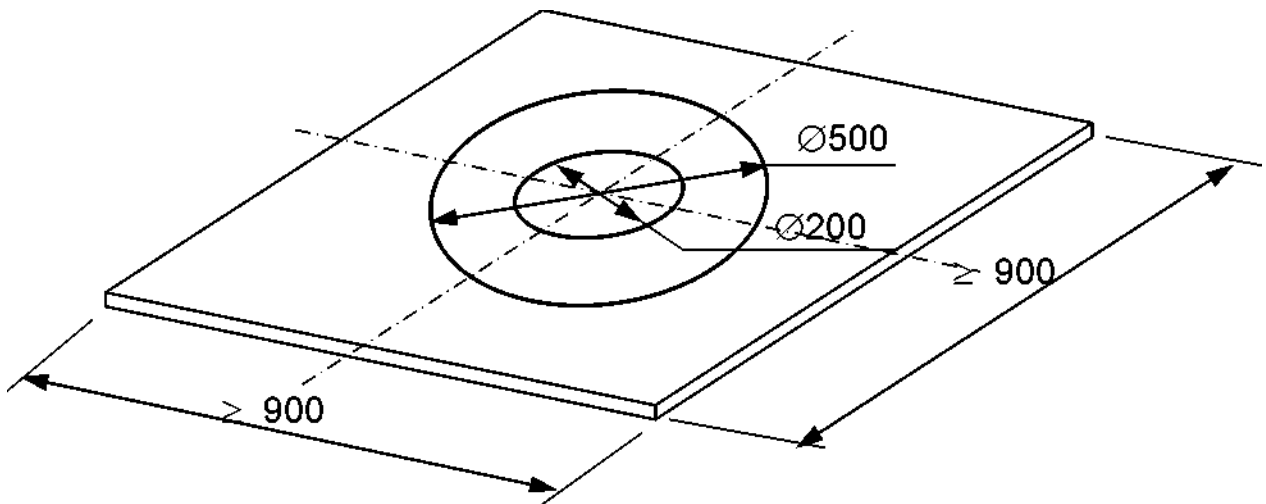


Рисунок Б.1 - Стальной лист

### Б.1.3 Порядок подготовки к испытанию

Б.1.3.1 Образцы должны быть подготовлены в соответствии со стандартом [22].

### Б.1.4 Порядок проведения испытаний

Б.1.4.1 Конус и стальной лист подготовить в соответствии со стандартом [23].

Б.1.4.2 Установить конус на металлический лист, совместив с малой окружностью, и удерживать в этом положении, стоя на поставке (или используя утяжелительное кольцо). Не допускается утечка цементного молока из-под конуса.

Б.1.4.3 Заполнить конус бетонной смесью без штыкования или вибрирования. Время с момента заполнения конуса до проведения испытания не должно превышать 30 секунд; в течение этого времени необходимо удалить излишки бетона с конуса; убедиться, что на поверхности листа отсутствуют остатки бетона, поверхность увлажнена и отсутствуют потеки воды.

Б.1.4.4 Одним движением поднять конус, так, чтобы не мешать течению бетонной смеси. Если необходимо определить время  $T_{500}$ , то использовать секундомер и зафиксировать время с точностью до 0,1 сек, в момент, когда бетон в любой точке достигнет диаметра окружности 500 мм. По окончании растекания бетонной смеси необходимо измерить максимальный диаметр расплава в диаметрально противоположных направлениях и зафиксировать с точностью до 10 мм.

Б.1.4.5 Проверить наличие расслоения бетонной смеси. Цементное тесто/раствор могут отделяться от крупного заполнителя, образуя окружность, выходящую на несколько

миллиметров за границу крупного заполнителя. Расслоение крупного заполнителя также можно наблюдать в центральной области. В случае наличия признаков расслоения, испытание нельзя считать удовлетворительным.

#### Б.1.5 Обработка результатов испытания

Б.1.5.1 Значение расплыва конуса - это среднее значение результатов двух диаметрально противоположных измерений, выраженное с точностью до 10 мм.

Б.1.5.2 Время  $T_{500}$  измеряется с точностью до 0,1 сек.

Б.1.5.3 Отчет об испытании должен включать:

- a) Маркировку образца;
- b) Место проведения испытаний;
- c) Дату проведения испытаний;
- d) Значение расплыва с точностью до 10 мм;
- e) Указание признаков расслоения бетона;
- f) Время с момента окончания перемешивания и проведения испытаний;
- g) Указания отклонений от последовательности проведения испытаний, указанной в этом документе.

Б.1.5.4 Этот отчет также может включать:

- h) Указание времени  $T_{500}$  с точностью до 0,1 с;
- i) Значение температуры бетона в момент испытания;
- j) Время, затраченное для испытаний.

#### Б.2.1 Общие положения

Б.2.1.1 V- funnel test применяется для оценки вязкости самоуплотняющегося бетона и его удобоукладываемости.

Б.2.1.2 Испытание основано на определении времени истечения из V-воронки для СУБ. Это испытание не рекомендуется проводить, если максимальный размер фракции заполнителя превышает 20 мм.

Б.2.1.3 Принцип испытания заключается в том, что V – образная воронка заполняется бетонной смесью, после чего определяется время, за которое бетонная смесь вытечет из воронки. Это время обозначается как время истечения V-воронки.

#### Б.2.2 Средства контроля и вспомогательное оборудование

Б.2.2.1 V-образная воронка, имеет размеры, приведенные на рисунке Б.2 (допуски соответствуют  $\pm 1$  мм). Основание воронки оборудовано быстросъемной герметичной заслонкой и опорой, обеспечивающей горизонтальное положение воронки. Воронка должна

быть изготовлена из металла; иметь гладкую поверхность, быть стойкой к воздействию бетона и не ржаветь в процессе эксплуатации.

Б.2.2.2 Емкость, для хранения бетонной смеси должна иметь объем не менее 12 литров и достаточной для проведения испытаний.

Б.2.2.3 Секундомер, с точностью измерений до 0,1 сек.

Б.2.2.4 Правило, для выравнивания уровня бетонной смеси в верхней части устройства.

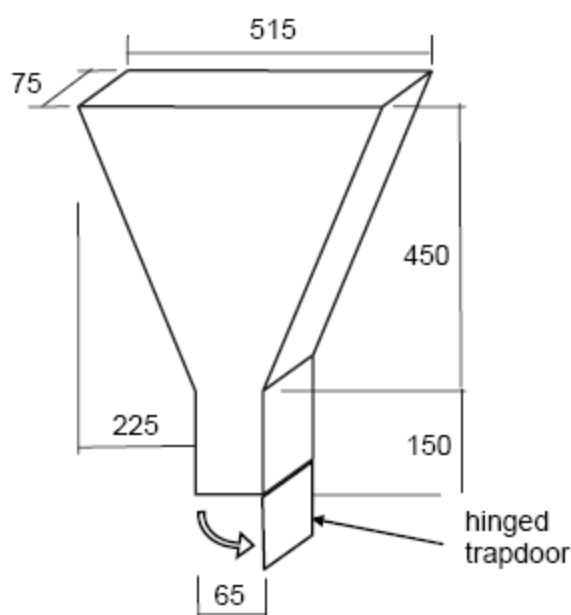


Рисунок Б.2 - V-образная воронка

### Б.2.3 Порядок проведения испытаний

Б.2.3.1 Очистить воронку и нижнюю заслонку. Увлажнить внутреннюю поверхность и заслонку. Закрывать заслонку и заполнить бетонной смесью без штыкования или встряхивания. Правилком снять излишки бетона вровень с верхней частью воронки. Установить под воронку пустую емкость. По истечении  $(10 \pm 2)$  сек. после наполнения воронки открыть заслонку и измерить время  $t_v$ , с точностью до 0,1 сек., с момента открытия воронки до того, как вся бетонная смесь вытечет из нее.  $t_v$  - обозначает время истечения из V-воронки.

### Б.2.4 Обработка результатов испытания

Б.2.4.1 Отчет об испытании должен включать:

- а) Маркировку образца;
- б) Место проведения испытаний;

- с) Дату проведения испытаний;
- d) Значение  $t_v$  (время истечения из V-воронки);
- e) Время с момента окончания перемешивания и проведения испытаний;
- f) Указания отклонений от последовательности проведения испытаний, указанной в этом документе.

**Б.2.4.2** Этот отчет также может включать:

- g) Значение температуры бетона в момент испытания;
- h) Время, затраченное на проведение испытаний.

### **Б.3 Испытание бетонной смеси L-box test**

#### **Б.3.1 Общие положения**

**Б.3.1.1** L-box применяется для оценки формуемости СУБ. Этот показатель характеризует поведение бетонной смеси при прохождении узких мест, например, между стержнями арматуры без расслоения и агломерации крупного заполнителя. Существуют две разновидности испытания: с 2-мя стержнями и с 3-мя стержнями. Испытание с 3 стержнями моделирует более плотное армирование.

**Б.3.1.2** Основные принципы испытания заключаются в том, что бетонная смесь, определенного объема, течет горизонтально через зазоры между гладкими вертикальными стержнями. По окончании испытаний проводят измерения высоты слоя бетона за арматурой.

#### **Б.3.2 Средства контроля и вспомогательное оборудование**

**Б.3.2.1** Схема и размеры L-box представлены на рисунках Б 3.1 и Б 3.2 (допускаемые отклонения  $\pm 1$  мм). L-box должен иметь жесткую конструкцию, гладкие плоские поверхности, не подверженные действию цементного теста и ржавлению. Вертикальный бункер может быть съемной конструкции для облегчения процесса зачистки. Объем вертикального бункера должен быть (12,6 – 12,8) л, бункер заполняется бетонной смесью до верхнего уровня.

**Б.3.2.2** В комплект установки входят 2 узла, первый, состоящий из 2-х гладких стержней диаметром 12 мм с расстоянием между ними 59 мм при испытании с 2 стержнями, и второй, состоящий из 3-х гладких стержней диаметром 12 мм с расстоянием между ними 41 мм при испытании с 3 стержнями. Эти узлы взаимозаменяемы. Стержни в ящике располагаются вертикально и на равном расстоянии от стенки.

**П р и м е ч а н и е** – Предпочтительно использовать металлическую форму, но можно использовать и 12 мм фанеру с полимерным покрытием.

**Б.3.2.3** Линейка, (0 – 300) мм с ценой делений 1,0 мм.

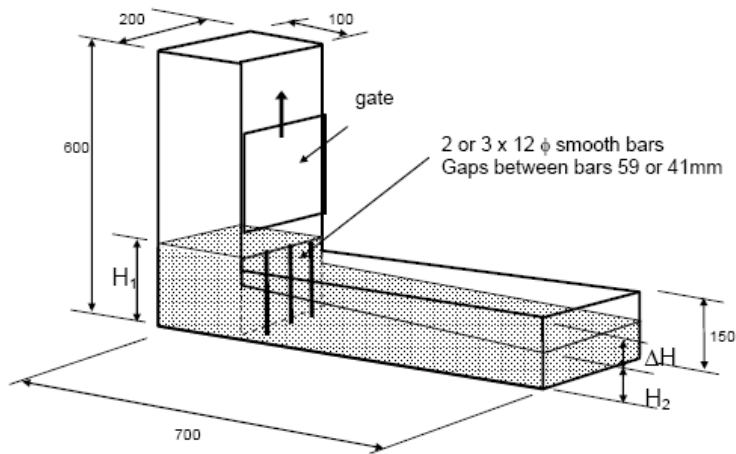
**Б.3.2.4** Емкость, для бетона объемом не менее 14 л.

Рисунок Б.3.1 - Общий вид L-box

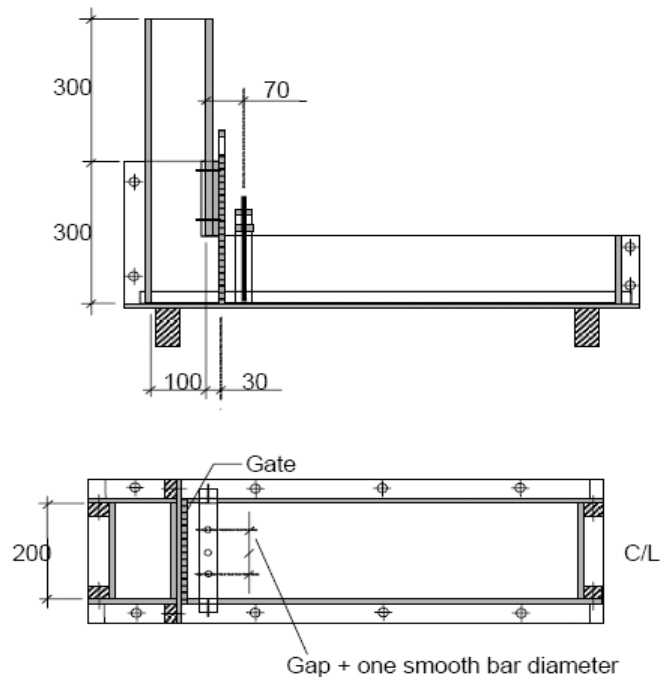


Figure 2 — Dimensions and typical design of L-box

Рисунок Б.3.2 - Размеры и конструкция L-box

**Б.3.3** Порядок подготовки к испытанию

Объем замеса должен составлять около 17 л в соответствии со стандартом [22].

**Б.3.4** Порядок проведения испытания

**Б.3.4.1** Установить L- box на ровном горизонтальном основании и закрыть заслонку между вертикальной и горизонтальной секцией. Залить бетонную смесь в вертикаль-

ную секцию и оставить на  $(60 \pm 10)$  секунд. Необходимо проконтролировать наличие признаков расслоения, после чего поднять заслонку.

**Б.3.4.2** По прекращению течения бетонной смеси необходимо измерить расстояние по вертикали в конце горизонтальной секции L-box, между поверхностью бетонной смеси и поверхностью горизонтальной секции ящика в трех точках. Среднее значение трех измерений используется для расчета средней глубины бетона, обозначаемой Н2 мм. Такую же процедуру необходимо провести для расчета глубины бетона сразу за заслонкой, обозначаемой Н1 мм.

### **Б.3.5 Обработка результатов испытания**

**Б.3.5.1** Формуемость РА рассчитывается из следующего уравнения

$$РА = Н2/Н1 \quad (Б.3.5)$$

**Б.3.5.2** Отчет об испытании включает:

- a) Маркировку образца;
- b) Место проведения испытаний;
- c) Дату проведения испытаний;
- d) Расслоение, наблюдаемое при наполнении L-box;
- e) Вид испытания: с 2 или 3 стержнями;
- f) Коэффициент проходимости с точностью до 0,01;
- g) Время с момента окончания перемешивания и проведения испытаний;
- h) Указания отклонений от последовательности проведения испытаний, указанной в этом документе.

**Б.3.5.3** Этот отчет также может включать:

- i) Значение температуры бетона в момент испытания;
- j) Время, затраченное на проведение испытаний.

### **Б.3.6 Приложение**

Существует метод, в котором обработка результатов испытаний проводится по формуле :

$$РА = Н2/Н_{\max}, \quad (Б.3.6)$$

где  $Н_{\max}$  соответствует 91 мм и является теоретической высотой Н2, в случае если вертикальный бункер содержит ровно 12,7 литров СУБ который полностью «самовыравнивается» в процессе испытания.

Использование этого расчета делает измерения менее трудоемкими и повышает точность испытаний.

Однако для использования этой константы объем СУБ в бункере и все размеры формы должны быть точными.

Предупреждение:

Величина  $R_A$  при использовании  $H_2/H_{\max}$  будет отличаться от показателя полученного при использовании  $H_2/H_1$ , и ее не следует использовать для подтверждения соответствия требованиям приложения этих рекомендаций.

#### **Б.4 Испытание устойчивости к расслоению**

##### **Б 4.1 Общие положения**

**Б 4.1.1** Испытание на устойчивость к расслоению используется для оценки устойчивости самоуплотняющегося бетона к расслоению.

**Б.4.1.2** Принцип испытания заключается в том, что после отбора пробы бетонную смесь оставляют на 15 минут и отслеживают появление цементного молочка. После этого верхнюю часть образца выливают на 5 мм сито. По истечении 2-х минут фиксируется вес материала, под ситом. Рассчитывается коэффициент расслоения как соотношение смеси над ситом к количеству смеси, под ситом.

##### **Б.4.2 Средства контроля и вспомогательное оборудование**

**Б.4.2.1** Круглое сито из перфорированного металла, с 5 мм квадратными отверстиями, диаметром 300 мм и высотой 40 мм, в соответствии со стандартом ISO 3310-2, в комплекте с емкостью.

**Б.4.2.2** Весы, с плоской платформой, для определения массы заполненной емкости и с пределом измерений не менее 10 кг, с погрешностью измерений не более 20 г.

**Б.4.2.3** Емкость для смеси должна быть изготовлена из пластика или металла, иметь внутренний диаметр  $(300 \pm 10)$  мм, емкость (11 – 12) л и быть оборудована крышкой.

##### **Б.4.3 Порядок подготовки к испытанию**

Пробу для испытаний необходимо подготовить в соответствии со стандартом [22]

##### **Б.4.4 Порядок проведения испытания**

**Б.4.4.1** Поместить  $(10 \pm 0,5)$  л бетонной смеси в емкость и закрыть крышкой. После этого оставить на  $(15 \pm 0,5)$  минут в спокойном состоянии.

**Б.4.4.2** Убедиться, что весы находятся в равновесии и не испытывают вибрацию. Взвесить пустую емкость и зафиксировать вес ( $W_{ps}$ ). Затем установить сито на емкость и вновь зафиксировать вес.

**Б.4.4.3** Через 15 минут после заполнения емкости бетонной смесью снять крышку и отметить наличие цементного молока на поверхности бетона. Установить сито и емкость на весы, расстояние между ситом и дном емкости должно составлять  $(500 \pm 50)$  мм, залить бетонную смесь в количестве  $(4,8 \pm 0,2)$  кг (включая цементное молочко, если есть в

наличии) в центр сита. Записать массу бетонной смеси ( $W_C$  гр.). По истечении  $(120 \pm 5)$  сек. вертикально поднять сито без встряхивания. Записать массу емкости с бетонной смесью ( $W_{PS}$ ).

#### **Б.4.5 Обработка результатов испытания**

**Б.4.5.1** Степень расслоения SR рассчитывается из следующего уравнения с точностью до 1 % :

$$SR = (W_{ps} - W_p) 100 / W_c \% \quad (Б.4)$$

**Б.4.5.2** Отчет об испытании включает:

- a) Маркировку образца;
- b) Место проведения испытаний;
- c) Дату проведения испытаний;
- d) Присутствие цементного молочка после 15 минут отстаивания;
- e) Расслаиваемость с точностью до 1%;
- f) Коэффициент проходимости с точностью до 0,01;
- g) Время с момента окончания перемешивания и проведения испытаний;
- h) Указания отклонений от последовательности проведения испытаний, указанной в этом документе.

**Б.4.5.3** Этот отчет также может включать:

- i) Значение температуры бетона в момент испытания;
- j) Время, затраченное на проведение испытаний.



## Приложение В

(справочное)

### Показатели качества опалубки и данные для ее расчета

Т а б л и ц а В . 1 - Показатели качества опалубки (по ГОСТ Р 52085)

Наименование показателей, единица измерения	Значения показателей для классов		
	1	2	3
Точность изготовления и монтажа*:			
отклонение линейных размеров швов на длине до 1 м (до 3 м), мм, не более	0,8(1,0)	1,5(2,0)	По требованию заказчика То же
отклонение линейных размеров панелей на длине до 3 м, мм, не более	1,5	3	
перепады на формообразующих поверхностях:			
стыковых соединений щитов, мм, не более	1	2	-
стыковых соединений палубы, мм, не более	0,5	2	-
специально организованный выступ, образующий запад на бетонной поверхности, мм, не более	2	3	-
отклонения от прямолинейности горизонтальных элементов опалубки перекрытий на длине $l$ , мм	$l/1000$ , но не более 10	$l/800$	-
отклонение от прямолинейности формообразующих элементов на длине 3 м, мм, не более	2	4	-
отклонения от прямолинейности вертикальных несущих элементов (стоек, рам) опалубки перекрытий на высоте $h$ , мм, не более	$h/1000$	$h/800$	-
отклонение от плоскостности формообразующих элементов на длине 3 м, мм, не более	2	4	-
разность длин диагоналей щитов высотой 3 м и шириной 1,2 м, мм, не более	2	5	-
отклонение от прямого угла щитов формообразующих элементов на ширине 0,5 м, мм, не более	0,5	2	-

Наименование показателей, единица измерения	Значения показателей для классов		
	1	2	3
сквозные щели в стыковых соединениях, мм, не более	0,5	1	2
высота выступов на формообразующих поверхностях, мм, не более	1	2	-
количество выступов на 1 м <sup>2</sup> , шт., не более	2	4	-
высота впадин на формообразующих поверхностях, мм, не более	Не допускается	1	-
количество впадин на 1 м <sup>2</sup> , шт., не более	То же	2	-
Качество бетонной поверхности монолитной конструкции после распалубки:	Категория А3	Категория А4	-
отклонение от плоскостности на длине до 1 м (до 3 м) мм, не более:			
А3	4,5(9,5)	-	-
А4	-	7,5(14)	-
диаметр или наибольший размер раковины, мм, не более:			
А3	4	-	-
А4	-	10	-
глубина впадины, мм, не более:			
А3	2	-	-
А4	-	3	-
высота местного наплыва (выступа), мм, не более:			
А3	Не допускается	-	-
А4	-	2	-
*Характеристика точности - по <a href="#">ГОСТ 21778</a> .			
Пр и м е ч а н и е - Знак «-» означает необязательность установки показателя качества данного класса опалубки.			

Т а б л и ц а В . 2 - Оборачиваемость опалубки ( по ГОСТ Р 52085)

Тип опалубки, материал элементов опалубки	Оборачиваемость опалубки					
	Для формообразующих элементов, единиц оборотов*			Для поддерживающих и несущих элементов, единиц оборотов*		
	1-й класс, не менее	2-й класс, не менее	3-й класс, до	1-й класс, не менее	2-й класс, не менее	3-й класс, до
Мелкощитовая:						
сталь, алюминий	200	100	100	250	150	150
дерево, пластик	20	15	15	30	20	20
фанера**:						
для опалубки стен	60	30	30	-	-	-
для опалубки перекрытий	20	10	10	-	-	-
Крупнощитовая:						
сталь, алюминий	300	200	200	400	250	250
дерево, пластик	30	20	20	-	-	-
фанера**:						
для опалубки стен	80	60	60	-	-	-
Блочная	300	150	150	300	150	150
Объемно-переставная	500	300	300	500	300	300
Скользкая:						
сталь	200*	100*	100*	300*	200*	200*
дерево	40*	30*	30*	100	50	50
Подъемно-переставная	100*	60*	60*	120*	80*	80*
Горизонтально-перемещаемая	150*	80*	80*	200*	100*	100*
Пневматическая	10	5	5	-	-	-

Тип опалубки, материал элементов опалубки	Оборачиваемость опалубки					
	Для формообразующих элементов, единиц оборотов*			Для поддерживающих и несущих элементов, единиц оборотов*		
	1-й класс, не менее	2-й класс, не менее	3-й класс, до	1-й класс, не менее	2-й класс, не менее	3-й класс, до
* Для скользящей, подъемно-переставной и горизонтально-перемещаемой опалубки - в м подъема или перемещения.						
** При применении с одной стороны.						

Т а б л и ц а В . 3 - Справочные данные для расчета опалубки

Показатель	Значение, принимаемое при расчете опалубки
Средняя плотность бетонной смеси, (g)	2500 кг/м <sup>3</sup> для тяжелого бетона
Масса арматуры	По проекту, или 100 кг/м <sup>3</sup> бетона
Нагрузка от людей, транспорта	250 кг/м <sup>2</sup>
Максимальное боковое давление	$P_{max} = K_1 \times g \times H$
Коэффициент учета технологии бетонирования ( $K_1$ ) - при обычной подаче бетонной смеси - при напорном бетонировании восходящим потоком	1,0 2,0 *
Дополнительная нагрузка при подаче бетонной смеси: - по лоткам, хоботам; - бадьями до 0,8 м <sup>3</sup> ; - бадьями более 0,8 м <sup>3</sup> ; - бетононасосами	400 кг/м <sup>2</sup> 400 кг/м <sup>2</sup> 600 кг/м <sup>2</sup> 800 кг/м <sup>2</sup>
Коэффициенты перегрузки: - от веса опалубки; - от веса бетонной смеси и арматуры; - от веса людей и транспорта; - от бокового давления бетонной смеси; - от выгружаемой смеси	1,1 1,2 1,3 1,3 (для колонн 1,5) 1,3
*Коэффициент может быть изменен при проведении обосновывающих исследований	

В.1 Расчетную эпюру давления бетонной смеси принимают согласно рисунку В.1.

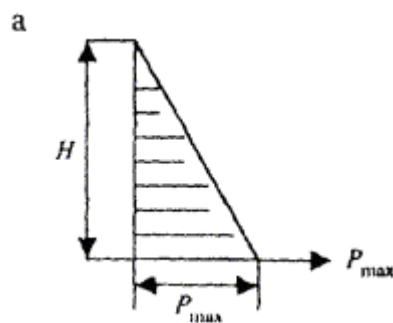


Рисунок В.1 - Расчетные эпюры бокового давления бетонной смеси

## Приложение Г

(справочное)

### Примерные составы самоуплотняющихся бетонных смесей

Наименование конструкции	Марка бетонной смеси	Состав бетонной смеси							Расплав ко- нуса, мм	Прочность при сжатии, МПа	Степень уплотнения	Призменная прочность, МПа	Начальный модуль упру- гости, МПа	Коэффициент Пуассона
		цемент ПЦ500		МБ10-01	Минеральный поро- шок	Мелкий заполнитель	Крупный заполни- тель	вода						
		Д20	Д0											
Фундаментные плиты	БСТ В40	350	-	50	160	810	810	190	600-700	52	0,98	40	34 000	0,22
	БСТ В50	330	-	85	150	810	835	165	600-700	65	0,98	51	36 000	0,25
Конструкции каркаса	БСТ В60		420	80	100	810	830	160	600-700	78	0,98	62	40 400	0,22
	БСТ В80	-	480	100	70	800	820	155	600-700	104	0,98	89	40 800	0,23
	БСТ В90	-	480	120	50	800	820	150	600-700	115	0,98	98	41 000	0,23

## Приложение Д

### (справочное)

#### Получение качественной поверхности СУБ

Т а б л и ц а Д . 1 – Дефекты, которые могут возникнуть в процессе укладки СУБ и после нее и способы их устранения.

Тип дефекта	Основные причины	Возможные причины	Предотвращение и исправление	
Каверны	Чрезмерное воздухововлечение  Избыток воды  Избыток опалубочной смазки	перерасход мелкого заполнителя/ большая удельная поверхность	уменьшить количество мелкого заполнителя	
		излишек или неравномерно нанесенная опалубочная смазка	равномерно нанести смазку	
		шероховатая поверхность опалубки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• очистить поверхность опалубки</li> <li>• использовать гео-текстильную мембрану</li> </ul>	
		высокая скорость заливки бетона	равномерная заливка	
			большое плечо подачи	ограничить длину до 5 м
			малое плечо подачи	увеличить длину до 1 м
			чрезмерное значение высоты свободного падения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ограничить высоту свободного падения до 1 м</li> <li>• использовать гибкую бетонолитную трубу</li> <li>• закачать бетон снизу, что позволит выдавить воздух</li> </ul>
			высокая температура бетона	ограничить температуру до 25°C
			маленький темп укладки	обеспечить стабильную поставку и укладку бетона
			расслоение компонентов суперпластификатора, особенно всплытие пеногасителя	для производителя бетона: обеспечить требуемые условия хранения, оборачиваемость, использование в соответствии со сроками хранения

*Продолжение таблицы Д.1*

		высокая вязкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уменьшить расход загустителя</li> <li>• изменить состав</li> </ul>
--	--	------------------	---

			смеси
		не соответствующий гранулометрический состав заполнителя	использовать загуститель или воздухововлекающие добавки
		слишком длительное перемешивание	изменить время перемешивания
		взаимодействие добавок с цементом	перед производством оценить совместимость цемента/добавки
Физические причины: плохая удобоукладываемость, плохая формуемость, высокая вязкость или высокий предел текучести, низкий расплыв конуса и / или большое время $T_{500}$			
Вертикальные полосы на поверхности бетона	Водоотделение и всплытие мелких фракций заполнителя	высокое отношение вода/заполнитель низкая вязкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использование добавок регулирующих вязкость</li> <li>Увеличение количества мелкой фракции</li> <li>- Использование воздухововлекающих добавок позволит бороться с плохим гранулометрическим составом</li> </ul>
Физические причины: низкая стабильность			
Изменение цвета	По поверхности Различия между партиями	низкая температура	Зимой поддерживать заданную температуру бетона и опалубки
		высокая подвижность, низкая вязкость	Увеличить вязкость, увеличив количество мелкой фракции или использовать добавки регулирующие вязкость



Продолжение таблицы Д.1

		замедляющее действие от взаимодействия с опалубочной смазкой	<ul style="list-style-type: none"> <li>- провести тщательный выбор добавок</li> <li>- уменьшить расход воды или пластификатора</li> <li>- рассмотреть возможность применения ускорителя</li> <li>- заменить опалубочную смазку</li> </ul>
		изменение скорости заливки	непрерывное бетонирование
		полимерная мембрана опалубки имеет дефекты	исправить положение мембраны
		сухая поверхность деревянной опалубки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- смочить поверхность</li> <li>-использовать полимерное покрытие для поверхности опалубки</li> </ul>
<p>Физические причины: замедление твердения или образование пятен вызываются смазкой, добавками и т.д.</p> <p>Слишком высокая пластическая вязкость или предел текучести.</p>			
Неровная поверхность после распада опалубки	Деформация опалубки "Отпечатки" опалубки на поверхности бетона	<ul style="list-style-type: none"> <li>• быстрый темп заливки, плохая конструкция опалубки</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уменьшить темп бетонирования</li> <li>• использовать стабилизирующие добавки</li> <li>• изменить конструкцию опалубки</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• износ поверхности опалубки</li> <li>• налипание бетона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обновить опалубку</li> <li>• очистить поверхность</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• неподходящая опалубочная смазка или метод нанесения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• подобрать опалубочную смазку</li> <li>• наносить с нужным темпом сменить распылительную насадку</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокое отношение вода/порошок</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• увеличить количество пластификатора или использовать стабили-</li> </ul>

			лизирующую до- бавку
Физические причины: высокое давление на опалубку Низкая пластическая вязкость			
Тип дефекта	Основные причины	Возможные при- чины	Предотвраще- ние и исправление
Пористая по- верхность	Недостаточно теста или мелкого заполнителя  Бетон рассло- ился из-за низкой пластической вяз- кости  Бетон полно- стью не заполняет опалубку	• низкое содержа- ние теста/мелкого запол- нителя	• увеличить расход мелкого за- полнителя до 450 кг на 1 м <sup>3</sup> • ввести воз- духововлекающую добавку
		• некачественный гранулометрический со- став	• откорректи- ровать фракцион- ный состав
		• размер заполни- теля слишком большой	• взять за- полнитель с мень- шим размером фракций
		• утечка сквозь не плотности в опалубке	• проверить герметичность опа- лубки, особенно в местах стыков
Физические причины: недостаточная удобоукладываемость, недостаточная формуе- мость, недостаточная стабильность, слишком низкая подвижность и/или время $T_{500}$ , рас- слоение крупного заполнителя/теста			
Шелушение	Поверхност- ный слой содержит только мелкий за- полнитель и бетон имеет слишком ко- роткие сроки схва- тывания	• нет ухода или уход недостаточный	Обеспечить надлежащий уход в соответствии с условиями
		• расслоение и/или водоотделение, вызван- ные малым количеством мелкого заполнителя	• увеличить содержание микро- наполнителя • использовать стабилизирующие добавки • использовать воздухововлекаю- щие добавки

## Продолжение таблицы Д.1

Физические причины: плохая стабильность, расслоение и/или водоотделение, слишком быстрое высыхание поверхности			
Видимые швы между слоями бетонирования (холодные швы)	Образование поверхностной корки препятствует адгезии последующих слоев	<ul style="list-style-type: none"> <li>• перерывы в поставках бетона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• непрерывное бетонирование</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• быстрое твердение бетона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• предварительный контроль</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокая температура бетона или воздуха</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• снижение температуры бетона до 25°C и ниже</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• седиментация крупного заполнителя</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• изменить состав смеси</li> <li>• уменьшить плечо подачи</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокая удельная поверхность микрозаполнителя</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уменьшить содержание микрозаполнителя</li> </ul>
Физические причины: недостаточная удобоукладываемость, тиксотропное схватывание, низкая жизнеспособность, слишком большая вязкость, взаимодействие добавка/цемент			
Трещинообразование в результате пластической усадки (высыхание и пластическая деформация)	Слишком быстрое высыхание  Седиментация  Размещение арматуры	<ul style="list-style-type: none"> <li>• недостаточный режим ухода в раннем возрасте</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• начинать выдежку сразу после укладки/отделки</li> <li>• надлежащая выдержка в соответствии с окр. средой</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• расслоение и водоотделение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• закрыть пластические трещины до схватывания бетона</li> <li>• увеличить содержание поро</li> <li>• использовать VMA</li> <li>• использовать воздухововлекающую добавку</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• экстремальные условия среды (темп, отн. влажн., ветер и т.д.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять качество в соответствии с условиями</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• недостаточная толщина защитного слоя бетона</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• изменить конструкцию арматурного каркаса</li> </ul>
<p>Физические причины: повышенная пластическая усадка в процессе высыхания, недостаточная стабильность</p>			

## Приложение Е

(справочное)

### Способы бетонирования и подачи бетонной смеси

Способ бетонирования, оборудование	Интенсивность бетонирования м <sup>3</sup> /ч	Область применения	Способ подачи бетонной смеси
<p>Гравитационный: - автобетоносмесители с транспортером; - бетоновозы с непосредственной подачей смеси в опалубку; - бетоновозы с лотками (желобами)</p>	<p>8 - 10  до 5  до 5</p>	<p>Фундаменты, подготовки подполы и полы при дальности подачи смеси до 6 м</p>	<p>При высоте сброса смеси до 2 м по схеме «транспортное средство - лоток - опалубка». При высоте сброса более 2 м по схеме «транспортное средство - лоток - хобот - опалубка».</p>
<p>Крановая подача в поворотных или неповоротных бадьях емкостью до 2 м<sup>3</sup></p>	<p>до 5</p>	<p>Конструкции «нулевого» и надземного цикла здания в зоне влияния крана</p>	<p>По схеме «транспортное средство - бункер - опалубка».</p>
<p>Бетононасосы</p>	<p>6 - 120</p>	<p>Конструкции «нулевого» и надземного цикла здания в пределах зоны влияния бетононасоса (автобетононасосы до 60 м по горизонтали и вертикали; стационарные - до 350 м по вертикали, до 1000 м по горизонтали)</p>	<p>По схеме «автобетоносмеситель - автобетононасос - манипулятор (бетонораспределительная стрела) - опалубка». Радиус действия стрелы от 15 до 50 м в зависимости от типа</p>
<p>Звеньевые конвейеры</p>	<p>40 - 50</p>	<p>Конструкции «нулевого» цикла при дальности подачи до 1000 м</p>	<p>По схеме «транспортное средство - секции звеньевого конвейера - звеньевой хобот - опалубка».</p>

## Библиография

- |   |   |
|---|---|
| [1] Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. №170-ФЗ  | Об использовании атомной энергии  |
| [2] Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. №190-ФЗ   | Градостроительный кодекс Российской Федерации   |
| [3] Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013)                               | Технический регламент о безопасности зданий и сооружений  |
| [4] Распоряжение Правительства РФ от 21 июня 2010 г. №1047-р                                    | Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»                                  |
| [5] Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 624 | Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства |
| [6] РБ 005-98   | Требования к сертификации строительных конструкций, важных для безопасности объектов использования атомной энергии  |
| [7] СНиП 12-04-2002   | Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство  |

- [8] EN 12350-1 Испытание бетонной смеси Часть 1: Взятие проб
- [9] EN 12350-2 Испытание бетонной смеси Часть 2: Испытание расплыва конуса
- [10] EN 1992-1-1 Проектирование железобетонных конструкций
- [11] СТО 70386662-306-2013 Добавки на основе эфиров поликарбонилатов для изготовления вибрационных и самоуплотняющихся бетонов
- [12] РБ 055-10 Положение о разработке программ обеспечения качества при изготовлении изделий, поставляемых на объекты использования атомной энергии
- [13] СП 52-102-2004 Предварительно напряженные железобетонные конструкции
- [14] СНиП 3.09.01- 85\* Производство сборных железобетонных конструкций и изделий
- [15] ТУ 5952-002-13307094-2008 Базальтовая фибра
- [16] СТО 1.1.1.03.003.0911-2012 Бетоны для строительных конструкций и радиационной защиты атомных электростанций (М., Росэнергоатом, 2012г.)
- [17] СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 Технические требования к производству работ, правила и методы контроля
- [18] СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования
- [19] Федеральный закон от О промышленной безопасности опас-

- 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 02.07.2013) ных производственных объектов
- [20] Приказ Минздрава СССР от 29.09.1989 № 555 (ред. от 12.04.2011) О совершенствовании системы медицинских осмотров трудящихся и водителей индивидуальных транспортных средств
- [21] Распоряжение от 16 мая 2000 года № 401-РЗП О применении СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в строительстве», часть 1 «Общие требования» в строительном комплексе г. Москвы
- [22] РБ 051-10 Положение о разработке программ обеспечения качества при проектировании и конструировании изделий, поставляемых на объекты использования атомной энергии
- [23] СТО СРО-С 60542960 00014-2014 Объекты использования атомной энергии. Работы бетонные при строительстве защитной оболочки реакторной установки атомных электростанций. Основные требования и организация контроля качества
- [24] СТО СРО-С 60542960 0038-2014 Объекты использования атомной энергии. Порядок проведения строительного контроля при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте на объектах использования атомной энергии
- [25] Технологический регламент по производству СУБ
- [26] ТУ 1769-002-40705684-2001 Баритовый песок



- [27] ТУ 5169-004-80104765-2008      Базальтовая фибра
- [28] ТУ 5743-001-33181465-2006      Полимерная фибра
- [29] ТУ 5743-048-02495332-96      Микрокремнезем
- [30] Правила устройства электроустановок
- [31] НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97)      Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ-88/97
- [32] EN 206-9      Бетон. Общие технические требования, Производство и контроль качества
- [33] С.С.Каприелов, А.В.Шейнфельд, Г.С.Кардумян «Новые модифицированные бетоны»// Москва, ООО «Типография «Парадиз», 2010 г., с.258
- [34] Батудаева А.В., Кардумян Г.С., Каприелов С.С. «Высокопрочные модифицированные бетоны из самовыравнивающихся смесей». // Бетон и железобетон, № 4, 2005, с.14-18
- [35] С.С.Каприелов, И.А.Чилин. «Сверхвысокопрочный самоуплотняющийся фибробетон для монолитных конструкций»// III Всероссийская (II Международная) конференция по бетону и железобетону «Бетон и железобетон – взгляд в будущее», 12-16 мая 2014, Москва, том 3, с.158-165