

СТАНДАРТ  
ОРГАНИЗАЦИИ

СТО  
70386662-306-2013

---

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ООО «БАСФ Строительные системы»

Ветлов С.А.

«27» мая 2013 г.



**ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ ПОЛИКАРБОКСИЛАТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ВИБРАЦИОННЫХ И САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ**

Москва  
2013

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» с изменениями от 01.05.2007 г. и 30.12.2009 г., а правила применения стандартов организаций - ГОСТ Р 1.4 – 2004 г. «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

### Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН ООО «БАСФ Строительные системы» (к.т.н. Н.С. Третьякова, инж. М.В. Закржевский, инж. М.В. Ледина) совместно с ОАО ЦНИИС (д.т.н. А.Р. Соловьянчик, д.т.н. А.А. Цернант, к.т.н. И.С. Пуляев) и ОАО «МОСТОТРЕСТ» (к.т.н. Г.П. Королева).
2. ВНЕСЕН ООО «БАСФ Строительные системы».
3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Генерального директора ООО «БАСФ Строительные системы» от 27 мая 2013 г., № 71/05-04.
4. Стандарт гармонизирован с основными положениями европейских норм EN.
5. ПЕРЕИЗДАНИЕ СТО 70386662-306-2012 в связи с изменением наименования Стандарта.

Информация об изменениях к настоящему стандарту организации, текст изменений и поправок размещаются в информационной системе общего пользования – на официальном сайте ООО «БАСФ Строительные системы» в сети Интернет. В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта организации соответствующие уведомления будут опубликованы там же.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве нормативного документа без разрешения ООО «БАСФ Строительные системы».

## Содержание

1	Область применения .....	1
2	Нормативные ссылки .....	1
	2.1 Национальные стандарты Российской Федерации .....	1
	2.2 Республиканские стандарты РСФСР .....	2
	2.3 Европейские нормы и стандарты .....	3
3	Термины и определения .....	4
4	Добавки концерна BASF для производства сборного и монолитного железобетона .....	7
5	Особенности использования химических добавок производства концерна BASF при изготовлении бетонных и железобетонных изделий .....	16
	5.1 Области применения добавок серии GLENIUM, RHEOMATRIX и MICRO AIR .....	16
	5.2 Правила приемки добавок .....	19
	5.3 Транспортирование и хранение .....	21
	5.4 Гарантии изготовителя .....	21
	5.5 Требования безопасности и охраны окружающей среды .....	22
6	Указания по применению добавок для изготовления бетонных смесей классов по подвижности от ПЗ до П5 для сборных железобетонных изделий и бетона для монолитных конструкций .....	22
	6.1 Особенности технологии приготовления бетонных смесей .....	22
	6.2 Строительно-технические свойства бетонных смесей и бетона .....	25
7	Изготовление самоуплотняющегося бетона .....	26
	7.1 Строительно-технические свойства самоуплотняющихся бетонов.....	26
	7.1.1 Общая информация .....	26
	7.1.2 Прочность на сжатие .....	26
	7.1.3 Прочность на разрыв (при растяжении) .....	26
	7.1.4 Статический модуль упругости .....	26
	7.1.5 Ползучесть .....	26
	7.1.6 Усадка .....	27
	7.1.7 Коэффициент теплового расширения .....	27
	7.1.8 Сцепление с арматурой, преднапряженной арматурой и проволокой .....	28
	7.1.9 Величина силы сдвига .....	28
	7.1.10 Огнестойкость .....	28
	7.1.11 Долговечность .....	29

7.2	Требования к бетону из самоуплотняющихся бетонных смесей .....	29
7.3	Классификация, используемая при спецификации самоуплотняющегося бетона .....	31
7.4	Требования к материалам для приготовления СУБ .....	35
7.4.1	Требования к вяжущим материалам для приготовления бетонных смесей .....	35
7.4.2	Требования к заполнителям и воде .....	35
7.4.3	Требования к наполнителям .....	36
7.4.4	Требования к химическим добавкам .....	37
7.4.5	Пигменты, фибра .....	37
7.5	Принципы подбора составов самоуплотняющихся бетонов .....	38
7.6	Производство самоуплотняющихся бетонных смесей .....	39
7.7	Правила приемки бетонных смесей .....	41
7.8	Транспортирование .....	43
7.9	Требования к строительной площадке и ее подготовка .....	44
7.10	Требования к опалубочным формам .....	44
7.11	Укладка самоуплотняющейся бетонной смеси .....	46
7.12	Уход за бетоном при выдерживании .....	49
8	Сборные бетонные и железобетонные изделия, изготовленные из самоуплотняющихся бетонов .....	50
9	Методы контроля и испытаний .....	51
9.1	Правила отбора проб и проведения испытаний .....	51
9.2	Контроль операций по бетонированию конструкции .....	52
9.3	Контроль качества бетона в готовых конструкциях .....	55
10	Гарантии изготовителя .....	57
11	Требования безопасности .....	57
Приложение А (обязательное)	Документ о качестве бетонной смеси и бетона .....	58
Приложение Б (обязательное)	Методы испытаний самоуплотняющихся бетонов, отсутствующие в ГОСТ 10181-2000 .....	59
Приложение В (справочное)	Значения усадки и ползучести самоуплотняющегося бетона .....	67
Библиография .....		68

# СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

## ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ЭФИРОВ ПОЛИКАРБОКСИЛАТОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ И САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ

Дата введения 23 мая 2013 г.

### 1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на добавки на основе эфиров поликарбоксилатов производства концерна BASF для изготовления товарных бетонов и сборных железобетонных изделий для обычных и предварительно напряженных конструкций промышленного, гражданского, транспортного и гидротехнического строительства из вибрационных бетонов и самоуплотняющихся бетонов.

1.2 Требования настоящего стандарта определяют порядок взаимодействия пользователей добавок с поставщиками и организациями, разрабатывающими требования к бетонным смесям и изготовленным бетонным и железобетонным конструкциям, обязательные к использованию на производстве.

1.3 Настоящий стандарт устанавливает требования к химическим добавкам, правилам доставки и укладки бетонных смесей, выдерживанию бетона и оценке соответствия изготовленных конструкций требованиям качества в целях обеспечения их надежности и долговечности.

### 2 Нормативные ссылки

В настоящем Стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

#### 2.1 Национальные стандарты Российской Федерации

ГОСТ Р 1.0-2004	Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения
ГОСТ Р 1.4-2004	Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения
ГОСТ Р 52129-2003	Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия
ГОСТ Р 53231-2008	Бетоны. Правила контроля и оценки прочности
ГОСТ 18105-2010	Бетоны. Правила контроля и оценки прочности
ГОСТ 7473-2010	Смеси бетонные. Технические условия
ГОСТ 8267-93	Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия
ГОСТ 8269.0-97	Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний
ГОСТ 8736-93	Песок для строительных работ. Технические условия
ГОСТ 10060.0-95	Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования

ГОСТ 10180-90	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
ГОСТ 10181-2000	Смеси бетонные. Методы испытаний
ГОСТ 13015-2003	Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения
ГОСТ 22266-94	Цементы сульфатостойкие. Технические условия
ГОСТ 22904-93	Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры
ГОСТ 24211-2008	Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия
ГОСТ 18329-73	Смолы и пластификаторы жидкие. Методы определения плотности.
ГОСТ 27025-86	Реактивы. Общие указания по проведению испытаний.
ГОСТ 25818-91	Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия
ГОСТ 26633-91	Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия
ГОСТ 28570-90	Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций
ГОСТ 30108-94	Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов
ГОСТ 30459-2008	Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности
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 Р 55224-2012	Цементы для транспортного строительства. Технические условия

## 2.2 Республиканские стандарты РСФСР

ГОСТ 12.1.005-88	Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
ГОСТ 12.4.011-89	Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
ГОСТ 12.4.021-75	Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования
ГОСТ 12.4.103-83	Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификации.
ГОСТ 17.2.302-78	Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями
ГОСТ 310.3-76	Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема

ГОСТ 8735-88	Песок для строительных работ. Методы испытаний
ГОСТ 10178-85	Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия
ГОСТ 12730.1-78	Бетоны. Методы определения плотности
ГОСТ 12730.2-78	Бетоны. Методы определения влажности
ГОСТ 12730.4-78	Бетоны. Методы определения показателей пористости
ГОСТ 12730.5-84	Бетоны. Методы определения водонепроницаемости
ГОСТ 17623-87	Бетоны. Радиоизотопный метод определения средней плотности
ГОСТ 17624 -87	Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности
ГОСТ 18481-81	Ареометры и цилиндры стеклянные. Общие технические условия
ГОСТ 22690-88	Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля
ГОСТ 23732-79	Вода для бетонов и растворов. Технические условия
ГОСТ 24452-80	Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона
ГОСТ 25192-82	Бетоны. Классификация и общие технические требования
ГОСТ 27006-86	Бетоны. Правила подбора состава

### 2.3 Европейские нормы и стандарты

EN 197-1	Цемент - Часть 1: Состав, спецификации и критерии соответствия обычных цементов
EN 206-1	Бетон - Часть 1: Общие технические требования, производство и контроль качества
EN 450-1	Золяная пыль (зола-унос) для бетона - Часть 1: Определение, требования и критерии соответствия
EN 450-2	Золяная пыль (зола-унос) для бетона - Часть 2: Оценка соответствия
BS EN 480-1:2000	Добавки для бетона, строительного раствора и инъекционного раствора - Часть 1: Контрольный бетон и контрольный строительный раствор для испытания
DIN EN 934-2:2009-09	Добавки для бетона, строительного раствора и жидкого цементного раствора - Часть 2: Добавки для бетона - определения и требования
EN 1008	Вода для затворения бетона - технические требования к отбору проб, испытанию и оценке пригодности воды, включая воду, получаемую от процесса изготовления бетона, в качестве воды затворения
EN 1992-1	Еврокод 2: Проектирование железобетонных конструкций Часть 1-1 - Общие правила и правила для зданий Часть 1-2 - Общие правила - проектирование с учетом огнестойкости
EN 12350-1	Испытание свежеприготовленной бетонной смеси: Часть 1: Отбор образцов

EN 12350-2	Испытание свежеприготовленной бетонной смеси: Часть 2: Определение осадки конуса
EN 12620	Заполнители для бетона
EN 12878	Пигменты для строительных материалов на основе цемента и/или цементно-известковых смесей - технические требования и методы испытаний
EN 13055-1	Заполнители легкие - Часть 1: Заполнители легкие для бетона, строительного раствора и жидкого цементного раствора
EN 13263-1	Микрокремнезем для бетона - Часть 1: Определения, требования и критерии соответствия
EN 13263-2	Микрокремнезем для бетона - Часть 2: Оценка соответствия
EN 13369	Общие правила для сборных железобетонных изделий
EN 13670	Исполнение бетонных конструкций
EN 14889	Фибры для бетона
EN 15167-1	Шлак молотый гранулированный доменный для использования в бетоне, строительном и цементном растворах - Часть 1: Определения, технические требования и критерии соответствия
EN 15167-2	Шлак молотый гранулированный доменный для использования в бетоне, строительном и цементном растворах - Часть 2: Оценка соответствия
EN ISO 5725	Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений
EN ISO 9001	Системы менеджмента качества - Требования Европейское руководство по самоуплотняющемуся бетону (SCC). Технические характеристики, производство и применение
DIN 18218	Давление свежеприготовленной бетонной смеси на вертикальную опалубку

Примечание - Некоторые из этих европейских стандартов (EN) все еще находятся в стадии разработки; необходимо ссылаться на последние версии недатированных стандартов.

### 3 Термины и определения

**добавка для бетона:** Материал, вводимый в состав бетонной смеси в количестве, не превышающем 5% от массы цемента, с целью улучшения технологических свойств свежеприготовленной бетонной смеси и/или физико-технических показателей затвердевшего бетона.

**эффективность действия добавки:** Способность добавки быть эффективной в соответствии с областью её применения, не вызывая отрицательных последствий.

**оптимальная дозировка добавки:** Указанное изготовителем количество добавки, в процентах от массы цемента. Оптимальная дозировка указывается в пределах диапазона дозирования с позиции достижения максимального технического и экономического эффекта.



**рекомендуемый диапазон дозирования:** Количество добавки, выраженное в процентах от массы цемента, установленное на основании экспериментальных данных, полученных при применении добавки в бетонах, и рекомендуемое изготовителем для конкретных изделий и области применения.

Примечание - При проектировании состава бетонной смеси (определения рекомендуемого диапазона дозирования) для получения требуемых характеристик, необходимо произвести подбор состава бетона с учетом конкретных составляющих и технологических требований в бетонных лабораториях и на производстве изготовителя.

**максимальное значение рекомендуемого диапазона дозирования:** Верхняя граница рекомендуемого диапазона дозирования.

**многофункциональная добавка:** Добавка, влияющая на несколько свойств свежеприготовленной смеси и/или затвердевшего бетона, оказывая более одного из основных эффектов действия.

**основной эффект действия:** Эффект, определяющий основное техническое или технологическое действие многофункциональной добавки, указанное изготовителем.

**дополнительный эффект действия:** Действие многофункциональной добавки дополнительно к основному эффекту действия.

**добавка высоководоредуцирующая/суперпластифицирующая:** Добавка, которая обеспечивает существенное снижение содержания воды в бетонной смеси, не влияя на её консистенцию, или которая повышает показатель осадки, расплыва конуса без изменения содержания воды, или вызывающая оба действия одновременно.

**добавка порообразующая (воздухововлекающая):** Добавка, обеспечивающая образование в бетонной смеси за счет воздухововлечения при ее перемешивании контролируемого количества равномерно распределенных воздушных пор, остающихся в бетоне после его твердения.

**модификатор вязкости (VMA):** Химическая добавка, добавляемая в свежеприготовленную бетонную смесь для повышения когезии и устойчивости к расслаиванию.

**бетон:** Искусственный камневидный материал, получаемый смешиванием рационально подобранной смеси вяжущих, воды затворения, заполнителей и различных добавок, затвердевших в уплотненном состоянии, структура которого определяющая его свойства, формируется вследствие процесса гидратации вяжущих.

**бетонная смесь:** Бетон, находящийся в пластичном состоянии, перемешивание компонентов которого закончено. Смесь может быть уплотнена вибрационным методом или быть самоуплотняющейся.

**затвердевший бетон:** Бетон в камневидном состоянии, имеющий определенную механическую прочность.

**готовые бетонные смеси (товарный бетон):** Бетон, приготовленный в стационарных бетоносмесительных узлах или мобильных смесителях и транспортируемый в пластичном состоянии к месту применения (к потребителю).

**сборный бетон и железобетон:** Изделия и конструкции из бетона и железобетона, изготавливаемые на заводах или полигонах и далее транспортируемые к месту монтажа или установки.

**монолитный (товарный) бетон и железобетон:** Изделия, конструкции и сооружения, изготавливаемые на строительной площадке в соответствии с требованиями проекта (с проектной привязкой месторасположения и положения).

**самоуплотняющийся бетон (СУБ):** Бетон, способный течь и уплотняться под действием собственного веса, полностью заполняя опалубку, даже при наличии густого армирования, сохраняя при этом однородность и не требуя какого-либо дополнительного уплотнения.

**смарт-динамический бетон (SDC):** Самоуплотняющийся бетон, который не содержит в своём составе минеральную добавку (наполнитель), а вместо неё в состав бетонной смеси вводится дополнительно химическая добавка модификатор вязкости.

**цементное тесто:** Доля бетонной смеси, содержащая цемент, воду, с добавлением или без добавления минеральных и химических добавок.

**раствор:** Доля бетона, содержащая цементное тесто, мелкие заполнители и наполнители.

**удобоукладываемость:** Способность бетонной смеси растекаться и принимать заданную форму при заданных способах уплотнения, сохраняя монолитность и однородность. Удобоукладываемость определяется подвижностью, расплывом, жесткостью и коэффициентом уплотнения.

**подвижность:** Характеристика бетонных (растворных) смесей, способных оседать (растекаться) под действием силы тяжести, выраженная осадкой стандартного конуса.

**жѐсткость:** Характеристика бетонных (растворных) смесей, не способных оседать (растекаться) под действием силы тяжести, выраженная временем виброуплотнения.

**расплыв конуса:** Характеристика подвижности свободно растекающейся бетонной смеси, выраженная средним диаметром её расплыва при снятии обычного конуса для определения её подвижности.

**коэффициент уплотнения:** Определяется на основе сравнения значений плотности бетонной смеси и расчётной плотности бетонной смеси.

**способность разжижаться:** Способность материала снижать свою вязкость при приложении внешнего воздействия и увеличивать вязкость при его отсутствии.

**способность заполнять форму и преодолевать препятствия:** Способность свежеприготовленной бетонной смеси течь и заполнять все свободное пространство даже при густом армировании без расслоения и нарушения сплошности.

**текучесть бетонной смеси (для СУБ):** Характеристика находящейся в движении бетонной смеси, определяемая скоростью её движения, давлением и плотностью. Мерой текучести является величина, обратная коэффициенту вязкости ( $\eta$ ).

**устойчивость к расслаиванию:** Способность свежеприготовленной бетонной смеси сохранять однородность своего состава.

**вязкость (внутреннее трение):** Характеристика бетонной смеси оказывать сопротивление перемещению одной её части относительно другой при сдвиге, растяжении и других видах деформаций.

**устойчивость бетонной смеси к отклонениям:** чувствительность бетонной смеси к изменению количества и качества составляющих её компонентов или их долей.

**минеральные добавки-наполнители:** Тонкоизмельченный дисперсный неорганический материал природного или техногенного происхождения, добавляемый в бетонную смесь для улучшения определенных характеристик или придания специальных свойств. Применяются два вида минеральных добавок: активные (тип I) и инертные (или практически инертные)(тип II).

**микрокремнезем:** ультрадисперсный материал, состоящий в основном из диоксида кремния, проявляющий активность к щелочам (пуццолановую реакцию) в обычных условиях и способный повышать устойчивость бетонной смеси к расслаиванию. Применяется при производстве бетонов с высокими эксплуатационными свойствами.

**зола уноса:** Тонкодисперсный наполнитель, обеспечивающий повышение когезии и снижение чувствительности к изменению содержания воды в бетонной смеси.

**измельченный гранулированный доменный шлак:** Материал, содержащий тонкодисперсные частицы с низкой теплотой гидратации. Молотый гранулированный доменный шлак уже содержится в некоторых цементах типа СЕМII и СЕМIII. Высокая доля молотого гранулированного шлака может повлиять на стабильность СУБ и увеличить опасность расслоения бетонной смеси.

**распалубочная прочность:** Нормируемая прочность бетона монолитных конструкций или прочность бетона сборных конструкций к моменту снятия опалубки.

**отпускная прочность:** Нормируемая прочность бетона сборных конструкций к моменту отпуска их с предприятия.

**передаточная прочность:** Нормируемая прочность бетона предварительно напряженных конструкций к моменту передачи на него предварительного напряжения арматуры (обжатия).

#### **4 Добавки концерна BASF для производства сборного и монолитного железобетона**

4.1 Разработка добавок на основе эфиров поликарбоксилатов (PCE) очень тесно связана с созданием самоуплотняющихся бетонов (SCC). Первый патент на эту группу веществ и их использование в качестве суперпластификаторов для бетона был заявлен в начале 80-х годов прошлого столетия в Японии. С использованием суперпластификаторов на основе эфиров поликарбоксилатов были построены известные объекты: мост через залив в Токио (Tokio Bay Bridge) и высотные здания в центре Токио (Tokio Central Towers).

4.2 В середине 90-х годов суперпластификаторы на основе эфиров поликарбоксилатов начали применять в Европе. Значительную роль в разработке и внедрении новых видов суперпластификаторов рассматриваемого типа сыграл концерн BASF. Благодаря специфике действия созданных РСЕ-суперпластификаторы позволяют производителям бетона получать продукты с улучшенными характеристиками и оптимизировать процесс производства, как с точки зрения экономики, так и сточки зрения экологии.

4.3 При производстве сборного железобетона полимеры с длинными боковыми цепями позволяют получить продукт с высокими показателями ранней прочности. Главная цепь полимера может быть оптимизирована посредством модификации плотности электрического заряда для достижения максимальных показателей (максимально длительной) удобоукладываемости смесей для товарного бетона.

4.4 РСЕ-суперпластификатор должен быть совместим с другими компонентами бетонной смеси. Химический состав цементов, используемых при производстве смеси, и, в особенности, содержание в них сульфатов может значительно повлиять на эффективность добавок.

Самоуплотняющиеся бетоны (СУБ) и особо высокопрочные бетоны (ОВПБ) могут быть получены только с использованием РСЕ-суперпластификаторов.

4.5 Молекула полимера вследствие своего отрицательного электрического заряда адсорбируется на поверхности зерна цемента. При этом у нафталин- и меламинсульфонатов происходит их быстрое и почти полное поглощение, в то время как у РСЕ-суперпластификаторов их адсорбционными свойствами можно целенаправленно управлять путём изменения количества карбоксилатных групп. Дополнительно к диспергированию, вследствие электростатического отталкивания зёрен цемента, эти зёрна удерживаются на расстоянии одно от другого ещё и за счёт длинных боковых цепей. Этот принцип действия называют «пространственным диспергированием».

4.6 Дальнейшие разработки суперпластификаторов на базе РСЕ обеспечили производство полимеров, которые соответствовали потребностям промышленности, производящей товарный бетон. В этой области применения большое значение имело, прежде всего, длительное сохранение консистенции и стабильная высокая прочность изделий по сравнению с колебаниями этих показателей при обычном производстве. Использование соответствующих РСЕ-суперпластификаторов впервые создало возможности для производства бетонов с длительной удобоукладываемостью при высоких показателях ранней прочности, позволяющих снять опалубку уже на следующий день после укладки бетона.

4.7 Добавки на основе эфиров поликарбоксилатов созданы с учётом требований Европейских стандартов и норм DIN EN 934-2:2009-09 и BS EN 480-1:2006.

В соответствии с DIN EN 934-2:2009-09 добавки разделяют на следующие группы:

- добавка водоредуцирующая/пластифицирующая;
- добавка высоководоредуцирующая/суперпластифицирующая;

- добавка водоудерживающая;
- добавка порообразующая (воздухововлекающая);
- добавка-ускоритель схватывания;
- добавка-ускоритель твердения;
- добавка-замедлитель схватывания;
- добавка гидрофобизирующая;
- добавка-замедлитель схватывания/водоредуцирующая/пластифицирующая;
- добавка-замедлитель схватывания/водоредуцирующая/суперпластифицирующая.

4.8 Добавки, производства концерна BASF, разработанные с учётом Европейских норм, по своим классам укладываются в классификацию, приведённую в ГОСТ 24211.

4.9 Добавки каждого класса должны применяться в соответствии с их основным назначением. При этом необходимо проверить влияние добавок как на физико-механические свойства бетона, так и на другие показатели качества, учитываемые при проектировании и возведении конструкций (модуль упругости, усадка, ползучесть, отсутствие коррозии арматуры и бетона и др.).

4.10 Перечень некоторых химических добавок производства концерна BASF, используемых для изготовления сборных и монолитных железобетонных конструкций, и их основные показатели приведены в таблице 1.

4.11 Эффективность действия различных видов добавок на основе эфиров поликарбоксилатов следует проверять по ГОСТ 30459, согласно ТУ на эти добавки и с учётом требований настоящего Стандарта по всем показателям качества.

Таблица 1 – Перечень некоторых химических добавок, используемых при производстве сборных и монолитных железобетонных конструкций и их основные показатели

Наименование добавки (в скобках - название добавки с 2013 года)	Наименование показателей					
	Рекомендуемая область применения	Основной эффект действия добавок в смесях, бетонах и растворах	Показатель основного эффекта действия добавок	Критерий эффективности добавок	Максимальная дозировка добавки, % от массы цемента	Возможные дополнительные эффекты действия добавок
1	2	3	4	5	6	7
GLENIUM 51 (Master Glenium 51)	Производство ЖБИ и товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности и смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до СУБ	2.0	Повышение подвижности смеси, замедление схватывания и твердения бетонов и растворов в ранние сроки, снижение проницаемости бетонов, повышение прочности, морозостойкости и водонепроницаемости
GLENIUM ACE 430 (Master Glenium ACE 430)	Производство ЖБИ и товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности и смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения, уменьшение времени и (или) температуры ТВО	от П2 до СУБ	2.0	Повышение подвижности смеси, ускорение схватывания и твердения бетонов и растворов в ранние сроки, снижение проницаемости бетонов, повышение прочности, морозостойкости и водонепроницаемости, снижение деформаций усадки и ползучести бетонов и растворов

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
GLENIUM 115 (Master Glenium 115)	Производство ЖБИ и товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до СУБ	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости
GLENIUM ACE 315 (Master Glenium ACE 315)	Производство ЖБИ и товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до СУБ	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, морозостойкости и коррозионной стойкости
GLENIUM C 323 MIX (Master Glenium C323)	Производство товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до П5	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, увеличение воздухосодержания, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
GLENIUM SKY 505 (Master Glenium SKY 505)	Производство товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до П5	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, увеличение воздухоудержания, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости
GLENIUM SKY 503 (Master Glenium SKY 503)	Производство ЖБИ и товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до СУБ	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости
GLENIUM SKY 510 (Master Glenium SKY 510)	Производство товарного/набрызг-бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до П5	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, увеличение воздухоудержания, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
GLENIUM SKY 591 (Master Glenium SKY 591)	Производство товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до СУБ	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости
GLENIUM SKY 508 (Master Glenium SKY 508)	Производство товарного бетона/набрызг-бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до П5	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, увеличение воздухоудержания, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости
GLENIUM 600 серия (Master Glenium 6...)	Производство товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности, увеличение сохраняемости смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до СУБ	2.0	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и коррозионной стойкости

## Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
GLENIUM 900 серия (Master Glenium 9...)	Производство товарного бетона	Пластификация смесей, снижение водопотребности, увеличение сохраняемости смесей	Увеличение подвижности, уменьшение количества воды затворения	от П2 до СУБ	0.5	Повышение подвижности и сохраняемости смеси, снижение скорости тепловыделения при твердении бетонов и растворов, повышение прочности
RheoMATRIX 100** (MasterMATRIX SDC 100)	Производство ЖБИ и товарного бетона	Модификация реологических свойств смеси, снижение расслаиваемости и водоотделения	Уменьшение расслаиваемости и повышение однородности бетонной смеси, предотвращение водоотделения для высокоподвижных смесей	от П2 до СУБ	0.8	Обеспечение однородности смеси, предотвращение расслаивания и водоотделения, устойчивость смеси к изменению водопотребности
Micro Air 114** (Master Air 114)	Производство ЖБИ и товарного бетона, бетона дорожных и аэродромных покрытий	Вовлечение воздуха	Увеличение объема воздуха в смесях тяжелых и мелкозернистых бетонов и растворов	от П2 до СУБ	0.5	Увеличение подвижности, снижение расслаиваемости смесей; повышение коррозионной стойкости и морозостойкости, изменение водопоглощения и водонепроницаемости; снижение плотности и прочности бетонов

## Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Micro Air 125** (Master Air 125)	Производство ЖБИ и товарного бетона, бетона дорожных и аэродромных покрытий	Вовлечение воздуха	Увеличение объема воздуха в смесях тяжелых и мелкозернистых бетонов и растворов	от П2 до СУБ	1.0	Увеличение подвижности, снижение расслаиваемости смесей; повышение коррозионной стойкости и морозостойкости, изменение водопоглощения и водонепроницаемости; снижение плотности и прочности бетонов

Примечание - суперпластифицирующие добавки серии GLENIUM® (Master Glenium) производится на основе поликарбоксилатов на предприятиях концерна BASF SE\* Carl-Bosch-Strasse 38, 67056 Ludwigshafen, Rheinland-Pfaiz, Германия:

- BASF Construction Polymers GmbH Ernst-Thälmann-Str. 9 39240 Glöthe Germany
- BASF Construction Chemicals Europe AG, Industriestrasse 26, 8207 Schaffhausen, Switzerland
- BASF Oy, (Lyhtytie 3), 11710 Riihimaki, Finland
- BASF Construction Chemicals Central Asia, 050016, 211A Rayimbek ave., Almaty, Kazakhstan
- BASF Construction Chemicals Central Italia Spa, via vicinale delle corti, 21, 3110 Treviso, Italy
- BASF Construction Chemicals Austria GmbH, Roseggerstrasse 101, A – 8670 Krieglach, Austria
- BASF Yapi Kimyasallari Sanayi A.S., Mhrabat Cad. Fanda Sok. №1 34810 Kavacik, Istanbul, Turkiye
- ООО BASF Stroitelnye Sistemy.

\* Дозировка добавки (по массе в жидком виде товарного продукта) в процентах рассчитывается от массы бездобавочного цемента

\*\* Не является ПСЕ-суперпластификатором

## **5 Особенности использования химических добавок производства концерна BASF при изготовлении бетонных и железобетонных изделий**

### **5.1 Области применения добавок серии GLENIUM, RHEOMATRIX и MICRO AIR**

5.1.1 Добавки для производства ЖБИ (Glenium ACE 430, Glenium 51, Glenium 115) применяются для изготовления жестких и высокоподвижных вибрационных бетонных смесей, предназначенных для производства железобетонных конструкций и изделий на заводах сборного железобетона, при производстве самоуплотняющегося бетона, для безвибрационного формования изделий. Добавки разработаны с целью рационализации процесса производства. Их применение позволяет получать бетонные смеси с высокой подвижностью, ранней и конечной прочностью при снижении водоцементного отношения и расхода цемента в составе бетона. Применение добавок данной серии позволяет сократить продолжительность и (или) температуру термообработки изделий, уменьшить время вибрационной обработки или полностью отказаться от нее, значительно улучшается качество поверхности изделий.

5.1.2 Добавки для монолитного (товарного) бетона (Glenium SKY 505, Glenium C323 MIX, Glenium SKY 503, Glenium 115, Glenium ACE 315, Glenium SKY 510, Glenium SKY 591, Glenium SKY 508, Glenium 600, Glenium 900) применяются для получения подвижных, высокоподвижных вибрационных и самоуплотняющихся бетонных смесей с более длительным временем сохранения подвижности (по сравнению с добавками для производства ЖБИ), что позволяет транспортировать бетонную смесь на значительные расстояния без потери ее технических характеристик. Применение добавок способствует значительному снижению водоцементного отношения и получению бетонов с высокими прочностными характеристиками при достаточно низких расходах цемента.

5.1.3 При использовании добавок Glenium SKY 505, Glenium C323 MIX в бетонную смесь вовлекается от 3 до 6% воздуха (в зависимости от состава бетона), что позволяет снизить расход воздухововлекающих добавок (или отказаться от них).

5.1.4 При использовании добавок Glenium SKY 508, Glenium SKY 510 в бетонную смесь вовлекается от 3 до 8% воздуха (в зависимости от состава бетона). Данные добавки рекомендуются для производства набрызг-бетона (торкрет-бетона).

5.1.5 Порообразующие (воздухововлекающие) добавки (Micro Air 125, Micro Air 114) применяются для монолитных и сборных железобетонных изделий и сооружений для обычных и предварительно напряженных конструкций промышленного, гражданского, транспортного и гидротехнического строительства с целью получения бетонов повышенной морозостойкости F300 и выше – по второму базовому методу (ГОСТ 10060). Использование данных добавок повышает подвижность (текучесть) бетонной смеси, улучшает тепло- и звукоизоляционные свойства бетона.

5.1.6 Для цементнобетонных монолитных покрытий дорог и аэродромов, кроме вышеуказанных, применяются добавки серии RheoFIT производства концерна BASF.

5.1.7 При использовании добавок для цементобетонных монолитных покрытий дорог и аэродромов следует учитывать, что для данных покрытий основными расчетными значениями прочности бетона является прочность на растяжение при изгибе, так как покрытие работает как плита на упругом основании. Поэтому при подборе состава бетона требуется такое соотношение между его компонентами,

которое будет обеспечивать требуемую прочность бетона на растяжение при изгибе, а также достаточную прочность на сжатие и морозостойкость.

Таблица 2 – Требования к прочности и морозостойкости конструктивных слоев

Конструктивный слой	Прочность бетона, класс (марка) не менее		Морозостойкость, не менее
	Сжатие	Растяжение при изгибе	
Покрытие	B30 (M400)	Btb4,0 (Ptb50)	F200
Основание	B7,5 (M100)	Btb1,2 (Ptb15)	F50
<p>Примечание 1 - Марку бетона покрытий по морозостойкости следует назначать не менее F200 при испытании по второму базовому методу ГОСТ 10060.0 и бетона оснований F50 при испытании по первому базовому методу ГОСТ 10060.0 для всех климатических условий района строительства и для автомобильных дорог всех категорий.</p> <p>Примечание 2 - Маркой по прочности является требуемая прочность бетона при общестроительном среднем партионном коэффициенте вариации прочности <math>V_p=13,5\%</math> (ГОСТ 18105).</p>			

5.1.8 Специфика применения бетона в дорожном строительстве изложена ниже.

5.1.9 Для устройства оснований под покрытия дорог применяют жесткие бетонные смеси, характеризующиеся удобоукладываемостью от 40 до 90 с, определяемой по прибору типа Вебе или другими методами, указанными в ГОСТ 10181 с применением переходных коэффициентов. Выбор жесткости смеси определяется имеющимся распределяющим и уплотняющим оборудованием.

5.1.10 Требования к «тощему» бетону и бетонной смеси, требования к материалам для «тощего» бетона, технология производства работ при устройстве оснований, методика изготовления образцов при подборе бетонной смеси должны соответствовать «Методическим рекомендациям по устройству оснований дорожных одежд из «тощего» бетона» [1].

5.1.11 Для определения расчетных нагрузок и толщин конструктивных слоев дорожной одежды требуется проводить испытания по определению прочности бетона на растяжение при изгибе.

5.1.12 При контроле качества и приемке готовой бетонной смеси для дорожного бетона с применением добавок производства концерна BASF руководствуются ГОСТ 7473, ГОСТ 26633 и СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги» [2]. Дополнительно используются «Технологические регламенты» на выполнение данных видов работ по бетонированию.

5.1.13 На бетонном заводе при изготовлении бетонной смеси контролируют:

- качество материалов для изготовления бетонной смеси;
- состояние оборудования для дозирования и перемешивания компонентов бетонной смеси и химических добавок, а также правильность их дозирования;
- удобоукладываемость, воздухосодержание, плотность, температуру и, при необходимости, показатели расслоения бетонной смеси по ГОСТ 10181;
- условия транспортировки и перемешивания бетонной смеси.

5.1.14 На месте укладки бетона (стройплощадке) при приемке бетонной смеси контролируют:

- удобоукладываемость, воздухосодержание, плотность, добообрабатываемость, температуру и, при необходимости, показатели расслоения бетонной смеси;

- время и условия транспортировки бетонной смеси;
- готовность нижележащих слоев дорожной одежды к устройству слоя основания или покрытия к установке (монтажу) изделий и конструкций дорожного строительства;
- технологический режим распределения и уплотнения бетонной смеси;
- условия твердения бетона, мероприятия по уходу за свежесделанным бетоном.

5.1.15 Контроль прочности бетона осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 53231, ГОСТ 18105, ГОСТ 22690, ГОСТ 17624. При необходимости, прочность бетона контролируют также с помощью испытания образцов-кернов, выбуренных из конструкции в соответствии со СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги» [2] и ГОСТ 28570.

5.1.16 Контроль морозостойкости дорожного бетона осуществляют по ГОСТ 10060.

5.1.17 Добавки-модификаторы вязкости серии RheoMATRIX применяются для изготовления высокоподвижных (в том числе самоуплотняющихся) бетонных смесей для придания смесям оптимальной вязкости. Обеспечивают правильный баланс между подвижностью и стойкостью к расслаиванию. Добавка предотвращает водоотделение бетонной смеси (смесь становится более устойчивой к изменению влажности заполнителей), не влияет на сроки схватывания и прочность бетона.

5.1.18 Добавки серии Glenium, Micro Air и RheoMATRIX используют для приготовления самоуплотняющегося бетона, применение которого обеспечивает следующие преимущества при производстве работ:

- возможность бетонирования густоармированных конструкций при полном исключении виброуплотнения, что способствует улучшению экологии, а также снижению уровня шумового и вибрационного воздействия на рабочих;
- повышение производительности при производстве бетонных работ (увеличение скорости укладки бетона, значительное снижение трудозатрат, повышение оборачиваемости форм опалубки), увеличение темпов строительства;
- при высокой подвижности и стойкости к расслаиванию (высокая связность) самоуплотняющихся смесей гарантируется однородность, низкая пористость и улучшение физико-механических характеристик бетона (прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и др.), более высокое качество поверхности, что значительно увеличивает долговечность конструкций.

5.1.19 Достигнуть эффекта самоуплотнения можно 2 способами проектирования состава смеси:

- введением в состав бетонной смеси необходимого количества частиц мелкой фракции (минеральные добавки-наполнители);
- использованием модификатора вязкости RheoMATRIX, что позволяет изготавливать СУБ на обычных материалах без использования мелкофракционных наполнителей. Такой бетон называется смарт-динамическим бетоном (название запатентовано концерном BASF).

## 5.2 Правила приемки добавок

5.2.1 Приемка добавок серии GLENIUM®, RheoMATRIX®, Micro Air® производится службой технического контроля завода-изготовителя. Добавки серии GLENIUM®, RheoMATRIX®, Micro Air® принимаются партиями. За партию при непрерывном способе производства принимают любое количество однородного по своим показателям качества продукта, но не более суточной выработки, сопровождаемое одним документом о качестве.

5.2.2 На каждую партию выдается внутренний документ о качестве, в котором должны быть указаны:

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- наименование и марка продукта;
- обозначение технических условий;
- номер партии;
- масса брутто и нетто;
- дата изготовления;
- количество мест в партии;
- результаты проведенных анализов или подтверждение соответствия качества продукта требованиям настоящего Стандарта;
- гарантийный срок годности добавки и условия ее хранения.

Добавки серии GLENIUM®, RheoMATRIX®, Micro Air® поставляются в контейнерах по 1000 кг, в бочках по 210 кг и в канистрах по 25 кг.

5.2.3 Каждую единицу упаковки, предъявленную к приемке, подвергают проверке для определения состояния тары, упаковки и правильности маркировки на соответствие требованиям настоящего Стандарта.

5.2.4 Для проверки качества партии добавки на соответствие требованиям Стандарта организации составляют выборку. При составлении выборки пробы отбирают из разных мест партии.

5.2.5 Объем выборки составляет 10% единиц транспортных емкостей. Если партия состоит менее чем из 30 емкостей, объем выборки должен составлять не менее трех единиц.

5.2.6 При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному из показателей проводят испытания по данному показателю на удвоенной выборке. Результаты повторных испытаний распространяются на всю партию.

5.2.7 При отборе проб следует соблюдать следующие правила:

а) Сосуды и приспособления для отбора проб, а также емкости для хранения проб должны быть изготовлены из материала, устойчивого к воздействию добавки, они должны быть чистыми и сухими.

б) Отбор проб необходимо проводить соблюдая требования безопасности и производственной санитарии.

в) Отбор проб производится по следующей схеме:

- из емкостей, включенных в выборку, отбирают точечные пробы;

- из точечных проб составляют среднюю лабораторную пробу.

г) Точечные пробы добавки отбирают после тщательного перемешивания при помощи стеклянных трубок с оттянутыми концами, стеклянных или металлических банок с крышками или колпачками для взятия проб. Отбирают не менее двух точечных проб.

д) Погружные кружки и банки для отбора проб должны иметь ручки достаточной длины для опускания на дно любой емкости. Закрытые металлические банки должны иметь конструкцию, позволяющую отбирать пробы на любой глубине.

Пробы жидких продуктов из больших емкостей отбирают из верхнего, среднего и нижнего слоев по одной, при этом соотношение продукта, взятого в точечную пробу, должно быть 2:3:2.

е) Все отобранные точечные пробы соединяют вместе, тщательно перемешивают и получают объединенную пробу.

ж) Из объединенной пробы методом отбора получают среднюю лабораторную пробу. Масса средней лабораторной пробы должна быть достаточной для трехкратного определения всех нормируемых показателей качества добавки.

з) Среднюю лабораторную пробу помещают в чистую сухую стеклянную или полиэтиленовую банку или бутылку, герметично закрывают крышкой или пробкой.

и) На сосуд со средней пробой наклеивают этикетку, на которой указывают:

- наименование предприятия-изготовителя;
- наименование добавки;
- номер партии и количество мест в партии;
- даты отбора проб;
- фамилию пробоотборщика.

5.2.8 Испытания добавки для целей ее приемки проводят как приемно-сдаточные, так и периодические.

Приемно-сдаточные испытания проводят для каждой партии добавки по показателям внешнего вида и плотности.

Периодические испытания для всех других нормируемых показателей качества проводят не реже чем на 10% выпускаемых партий и при каждой смене качества исходных компонентов или технологии производства добавки.

5.2.9 Партия добавки считается принятой, если результаты всех приемно-сдаточных испытаний, относящихся к данной партии добавки, а также результаты всех периодических испытаний, последней испытанной партии добавки соответствуют требованиям Таблицы 1 настоящего Стандарта.

Приемку имеет право производить и потребитель добавки (при входном контроле качества). При этом следует применять правила приемки и методы контроля, предусмотренные настоящим Стандартом организации.

5.2.10 При проведении испытаний следует соблюдать требования ГОСТ 27025.



5.2.11 Внешний вид и состояние при поставке добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> оцениваются визуально.

5.2.12 Плотность добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> определяется по ГОСТ 18329.

5.2.13 Показатели эффективности добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> в бетоне и растворе определяются в соответствии с требованиями ГОСТ 30459 и DIN EN 934-2.

### **5.3 Транспортирование и хранение**

5.3.1 Добавки серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> упаковываются в герметичные бочки по 220 кг нетто, герметичные полиэтиленовые канистры по 25 кг или контейнеры по 1000 кг и транспортируются автомобильным или железнодорожным транспортом.

5.3.2 На каждую единицу транспортной тары наносят метку и маркировку, содержащую данные о добавке. Маркировка должна содержать:

- наименование завода-изготовителя, его товарный знак, адрес и телефон;
- наименование добавки;
- номер партии;
- массу нетто;
- дату окончания гарантированного срока годности.

Допускается нанесение маркировки на ярлык, надежно прикрепляемый к каждой емкости.

5.3.3 При транспортировании и хранении добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> следует защищать их от замораживания, нагревания и воздействия прямых солнечных лучей. Хранение добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> следует осуществлять в закрытой таре.

5.3.4 Добавки серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> не являются опасным грузом в рамках транспортных норм при перевозке любым видом транспорта.

### **5.4 Гарантии изготовителя**

5.4.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> требованиям настоящего Стандарта при соблюдении условий транспортирования и хранения, установленных настоящим Стандартом.

5.4.2 Гарантийный срок хранения добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> в закрытой оригинальной таре при температуре от +5<sup>0</sup>С составляет 1 год. Возможность использования добавки после окончания гарантийного срока следует определять после ее испытания в бетоне.

## **5.5 Требования безопасности и охраны окружающей среды**

5.5.1 Добавки серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> - не горючие, пожаро-взрыво-безопасные жидкости.

5.5.2 Добавки серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> - вещества не опасные, 4 класс. Поступление компонентов добавки в воздух рабочей зоны не происходит ввиду их низкой летучести.

5.5.3 Добавки серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> при прямом контакте оказывают слабое раздражающее действие на слизистые оболочки органов зрения и дыхания.

5.5.4 Помещение, где проводят работу с добавками серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup>, должно быть оборудовано общеобменной приточно-вытяжной вентиляцией по ГОСТ 12.4.021, обеспечивающей состояние воздуха рабочей зоны в соответствии с ГОСТ 12.1.005.

5.5.5 При отборе проб, анализе, получении и применении добавок серии GLENIUM<sup>®</sup> необходимо применять средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.011 и ГОСТ 12.4.103, а также соблюдать правила личной гигиены.

5.5.6 Удаление продуктов с кожи и слизистых оболочек производят теплой водой. Специальных мер по защите окружающей среды при работе с добавками серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> не требуется.

5.5.7 Введение добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> в бетонную смесь не изменяют токсико-гигиенических характеристик бетона. Затвердевший бетон с добавками серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> в воздушную среду токсических веществ не выделяет.

5.5.8 При применении добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> в технологии бетона необходимо соблюдать требования ГОСТ 17.2.3.02.

5.5.9 Специальных требований по использованию добавок серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> не предусмотрено. Рекомендуются использовать защитные перчатки. При попадании на кожу её необходимо промыть водой. Не допускается попадания добавок на слизистые оболочки. При попадании на слизистые оболочки их необходимо промыть обильным количеством воды. Добавки серии GLENIUM<sup>®</sup>, RheoMATRIX<sup>®</sup>, Micro Air<sup>®</sup> невоспламеняющиеся и нетоксичные продукты, поэтому не существует специальных рекомендаций для их транспортировки.

## **6 Указания по применению добавок для изготовления бетонных смесей классов по подвижности от ПЗ до П5 (для сборных железобетонных изделий и бетона для монолитных конструкций)**

### **6.1 Особенности технологии приготовления бетонных смесей**

6.1.1 В настоящем разделе стандарта организации рассматриваются подвижные бетонные смеси для вибрационных бетонов, приготовленных с использованием добавок на основе эфиров поликарбоксилатов.

6.1.2 Бетонные смеси имеют свою маркировку, регламентируемую ГОСТ 7473.

6.1.3 Бетонные смеси должны обеспечивать получение бетонов с заданными показателями по прочности, средней плотности, морозостойкости и водонепроницаемости, другими нормируемыми показателями качества бетона и требованиям ГОСТ 7473.

6.1.4 Добавки должны транспортироваться, храниться и использоваться в соответствии с указаниями производителя добавок и требованиями, изложенными в данном Стандарте.

6.1.5 Составляющие материалы должны проверяться на соответствие требованиям ГОСТ 26633 и ГОСТ 8736, ГОСТ 8267, а также ГОСТ 8267 и нормативных документов, по которым выпускают эти материалы.

6.1.6 Цемент, заполнители, наполнители и минеральные добавки в виде порошков должны дозироваться по массе. Согласно ГОСТ 7473 добавки и вода дозируются по массе или объему. Количество добавок определяется по массе товарного продукта (водного раствора) в процентах от массы цемента.

6.1.7 Следует учитывать, что при превышении максимально рекомендуемого диапазона дозирования добавки свойства свежеприготовленной бетонной смеси и затвердевшего бетона могут ухудшиться. Первыми признаками превышения максимального рекомендуемого диапазона дозирования добавки является появление водоотделения и/или «желтизны» на поверхности бетона.

Оптимальный вид и количество добавки определяется рекомендациями СТО и компании BASF, а также путем подбора, с приготовлением пробных замесов, в случае необходимости с привлечением технических специалистов BASF.

6.1.8 Контроль технологии приготовления бетона, испытания бетонной смеси по плотности, воздухоовлечению и подвижности, а также бетона на плотность и прочность, должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 12730 и ГОСТ 10181.

6.1.9 Изготовитель готовит бетонную смесь в соответствии с физико-механическими и технологическими требованиями из условия транспортирования и методов укладки, указанными Заказчиком в договоре.

6.1.10 При необходимости транспортирования на дальние расстояния устанавливаются требования к сохраняемости свойств бетонных смесей во времени (удобоукладываемость, воздухоовлечение, расслаиваемость).

6.1.11 При использовании добавок серии Glenium необходимо измерять осадку (расплыв) конуса бетонной смеси сразу после изготовления на заводе, а также непосредственно на месте укладки бетона, так как в процессе транспортирования возможно увеличение осадки (расплыва) конуса бетонной смеси на 2 см (расплыва на 3 см), связанное с домешиванием бетона в автобетоносмесителе.

При использовании воздухововлекающей добавки серии Micro Air необходимо учитывать, что возможно увеличение содержания вовлеченного воздуха на величину от 1 до 2 % по сравнению с первоначальным.

6.1.12 Допускается восстановление требуемой подвижности бетонной смеси на строительной площадке путем дополнительного введения суперпластификатора в количестве от 0,1 до 0,2 % (по товарному продукту) непосредственно в автобетоносмеситель на месте укладки. Перед введением дополнительного количества добавки необходимо нужное количество суперпластификатора развести с водой (не более 5 л) и обеспечить дополнительное перемешивание бетона в автобетоносмесителе в течение 3-х минут на 1м<sup>3</sup> бетонной смеси на средних или высоких оборотах автобетоносмесителя.

При повышенной температуре окружающей среды и длительном времени транспортирования рекомендуется изготавливать бетонную смесь с более высокой маркой подвижности.

6.1.13 Бетонные смеси для тяжелого бетона с марками по подвижности от ПЗ до П5 готовят в смесителях принудительного действия.

6.1.14 Суперпластифицирующие добавки вводят в бетонные смеси в соответствии с рекомендациями производителя добавок и настоящего Стандарта.

Нельзя вводить добавки в сухую смесь.

6.1.15 Добавки серии Glenium следует вводить в бетонную смесь вместе с водой затворения. Наилучший эффект наблюдается, когда добавки вводятся в бетонную смесь после добавления всей воды, необходимой для затворения. Необходимо обеспечить достаточное время перемешивания после введения добавки.

6.1.16 При совместном использовании добавки серии Glenium совместно с добавками на основе нафталинсульфонатов (например, С-3) возможно снижение эффективности действия добавки. Перед применением добавок серии Glenium рекомендуется промыть смесительное оборудование после работы с другими добавками.

6.1.17 Добавка серии RheoMATRIX вводится в бетонную смесь вместе с водой затворения, либо после добавления всей воды, необходимой для затворения. Добавку серии RheoMATRIX можно добавлять перед введением добавки серии Glenium, после добавки серии Glenium или одновременно с ней. Необходимо обеспечить достаточное время перемешивания после введения добавки.

6.1.18 Добавка серии Micro Air вводится либо вместе с водой затворения, либо в готовую бетонную смесь. Micro Air не рекомендуется добавлять с помощью одного и того же дозатора вместе с другими добавками. Если применяется несколько добавок, Micro Air рекомендуется добавлять последним. Необходимо обеспечить достаточное время перемешивания после введения добавки. Рекомендуется регулярно проверять содержание воздуха при изготовлении бетонной смеси, и обязательно проверять содержание воздуха после транспортировки бетонной смеси к месту укладки бетона.

6.1.19 Пробы бетонной смеси отбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 10181, ГОСТ 10180 и ГОСТ Р 53231.

6.1.20 Удобоукладываемость бетонной смеси (подвижные смеси определяют по осадке конуса или по расплыву конуса), показатели пористости и расслаиваемости определяют по ГОСТ 10181.

6.1.21 Сохраняемость свойств (удобоукладываемость, средняя плотность, объем вовлеченного воздуха) определяют по ГОСТ 10181 в соответствии с требованиями технологического регламента на поставку с Заказчиком и в соответствии с требованиями ППР, а также ГОСТ 7473.

6.1.22 Прочность бетона определяют по ГОСТ 10180, ГОСТ 17624 и ГОСТ 22690, прочность бетона кернов – по ГОСТ 28570, с оценкой прочности по ГОСТ 18105; среднюю плотность тяжелого бетона определяют по ГОСТ 12730.1 или ГОСТ 17623; морозостойкость определяют по ГОСТ 10060.0, водонепроницаемость – по ГОСТ 12730.5.

## **6.2 Строительно-технические свойства бетонных смесей и бетона**

6.2.1 При использовании добавок серии Glenium улучшаются строительно-технические и эксплуатационные свойства бетона.

6.2.2 Вибрационные бетоны, полученные на основе добавок эфиров поликарбоксилатов, обладают более высокими прочностными показателями (при более низком расходе цемента и водоцементном отношении) по сравнению с бетонами на основе добавок лигно- и нафталинсульфонатов. Высокоподвижные смеси на основе суперпластифицирующей добавки Glenium являются высокостабильными с точки зрения реологических характеристик, что обеспечивает их эффективное применение при укладке бетона бетононасосом. Возможность снижения расхода цемента в составе бетона обеспечивает пониженное тепловыделение при гидратации цемента, что позволяет применять его для бетонирования массивных конструкций.

За счет получения более плотной структуры бетон на основе добавок эфиров поликарбоксилатов характеризуется более высокими показателями по морозостойкости и водонепроницаемости, улучшенным качеством поверхности и долговечностью.

Одним из способов повышения качества поверхности бетона является повышение класса подвижности бетона с ПЗ до П5 и СУБ.

6.2.3 Для предварительно напряженных железобетонных конструкций, а также конструкций, работающих под воздействием вибродинамических нагрузок и изготовленных из бетонных смесей с подвижностью от ПЗ до П5, следует учитывать, что деформационные характеристики (коэффициент усадки, мера ползучести, модуль упругости) при использовании добавок серии Glenium ниже величины этих показателей по сравнению с бетонами, приготовленными без добавок согласно СП 35.133330.2011 «СНиП 2.05.03.84\* Мосты и трубы» [3].

## **7 Изготовление самоуплотняющегося бетона**

### **7.1 Строительно-технические свойства самоуплотняющихся бетонов**

#### **7.1.1 Общая информация**

Самоуплотняющийся бетон и традиционный вибрационный бетон обладают сопоставимыми характеристиками. При проектировании железобетонных конструкций из самоуплотняющегося бетона следует учитывать некоторые свойства, которые, такие как: прочность на сжатие и разрыв, модуль упругости, ползучесть, усадку, коэффициент теплового расширения, сдвигающие усилия в рабочих швах, огнестойкость.

#### **7.1.2 Прочность на сжатие**

Самоуплотняющийся бетон со схожим водоцементным соотношением или соотношением цемент-вяжущее, обладает более высокой прочностью по сравнению с традиционным вибрационным бетоном, так как из-за отсутствия вибрации улучшается сцепление между заполнителем и цементным тестом.

#### **7.1.3 Прочность на разрыв (при растяжении)**

Прочность на разрыв самоуплотняющегося бетона является такой же, как и для обычного вибрационного бетона, поскольку объем цементного теста (цемент + наполнитель + вода) не оказывает существенного влияния на предел прочности на разрыв по сравнению с обычным вибрационным бетоном.

#### **7.1.4 Статический модуль упругости**

Модуль упругости (модуль Юнга, то есть соотношение между напряжением и деформацией), используемый в расчете упругой деформации, часто является определяющим параметром при проектировании элементов конструкций, подвергающихся динамическим нагрузкам, а также предварительно напряженных железобетонных конструкций и систем с последующим напряжением. Поскольку большую часть объема бетона составляет заполнитель, наибольшее влияние оказывают тип и количество заполнителя, а также его модуль упругости (E). Выбор заполнителя с высоким модулем упругости (E) вызывает повышение модуля упругости бетона. Однако увеличение объема цементного теста может привести к понижению модуля упругости (E). Поскольку СУБ зачастую обладает большим содержанием цементного теста, чем традиционный вибрационный бетон, ожидаются некоторые отличия, и значение модуля упругости (E) может быть несколько ниже.

#### **7.1.5 Ползучесть**

Ползучесть определяется как постепенное увеличение деформации со временем, при неизменной величине нагрузки. Ползучесть от сжатия в предварительно напряженных железобетонных конструкциях частично снимает напряжения от усадки при высыхании бетона и теплового воздействия на него.

Ползучесть зависит от пористости цементного теста и напрямую связана с водоцементным отношением. В процессе гидратации пористость цементного теста

снижается, поэтому ползучесть снижается при увеличении прочности. Более быстро гидратирующийся цемент будет обладать более высокой прочностью при старении под нагрузкой, более низким соотношением напряжения/деформации и более низкой ползучестью. Поскольку заполнитель сдерживает ползучесть цементного теста, то чем выше объем заполнителя и чем больше модуль упругости (E) заполнителя, тем ниже будет ползучесть.

Из-за более высокого объема цементного теста коэффициент ползучести СУБ, может быть выше, чем у обычного бетона одинаковой прочности, однако такие различия малы. Ползучесть самоуплотняющегося бетона по величине не должна превышать более чем на 7% ползучесть обычного бетона. В случае превышения необходимо проводить перерасчет конструкций с учетом фактических свойств бетона. Данные о ползучести самоуплотняющихся бетонов различных классов приведены в Приложении В (справочное).

### **7.1.6 Усадка**

Усадка бетона при его высыхании происходит достаточно быстро, а вызываемые ею растягивающие напряжения частично уравниваются ползучестью. Заполнитель сдерживает усадку цементного теста, поэтому, чем больший объем заполнителя и чем выше его модуль упругости (E), тем ниже усадка при высыхании.

Поскольку прочность на сжатие бетона связана с водоцементным отношением, в случае применения СУБ с низким водоцементным отношением усадка при высыхании снижается. Тесты по определению ползучести и усадки различных СУБ по сравнению с обычным вибрационным бетоном показали, что:

- деформация, вызванная усадкой, может быть выше;
- деформация, вызванная ползучестью, может быть ниже;
- суммарное значение деформаций, вызванных усадкой и ползучестью,

практически одинаковое.

В случае превышения коэффициента усадки самоуплотняющегося бетона нормативных значений для вибрационного бетона, это обстоятельство надо учитывать при расчете потерь в напрягаемой арматуре в предварительно напряженных железобетонных конструкциях.

Данные усадки СУБ для бетонов мостовых конструкций, приготовленных в России, приведены в Приложении В.

### **7.1.7 Коэффициент теплового расширения**

Коэффициент теплового расширения бетона – это мера деформации, возникающей в бетоне в результате изменения его температуры, когда бетон не связан арматурными стержнями ни внутри, ни снаружи.

Коэффициент теплового расширения бетона изменяется в зависимости от его состава, возраста и влажности. Поскольку большую часть объема бетона составляет заполнитель, использование заполнителя с более низким коэффициентом теплового расширения приводит к снижению коэффициента теплового расширения полученного бетона. Снижение коэффициента теплового расширения приводит к пропорциональному сокращению использования армирования для предотвращения

образования трещин. Несмотря на то, что коэффициент теплового расширения изменяется в диапазоне от 8 до 13 микрострейн/К (1 микрострейн =  $10^{-6}$ ), в стандарте EN 1992-1-1 указывается, что если более точная информация отсутствует, коэффициент теплового расширения можно принимать в размере от 10 до 13 микрострейн/К. То же самое принимается в случае СУБ.

#### **7.1.8 Сцепление с арматурой, предварительно напряженной арматурой и проволокой**

Прочностные свойства железобетонных конструкций основываются на совместной работе (сцеплении) бетона и арматуры. Эффективность связи зависит от периодического профиля арматуры или свивки высокопрочных прядей, анкеров в арматуре гладкого профиля и наружных анкеров для высокопрочных пучков, а также от плотности обжатия окружающим бетоном.

Сцепление бетона с арматурой может нарушаться из-за отсутствия полного обтекания ее бетоном во время укладки (передача вибрации на арматуру, зависание вышележащего бетона на стержнях и его осадка под ними), из-за вытекания цементного молока через неплотности в опалубке или расслоения бетона до его схватывания. Все эти факторы снижают качество конструкции.

Текучесть самоуплотняющегося бетона минимизирует эти негативные эффекты.

Длина передачи усилий на бетон от самоанкеривающихся витых высокопрочных прядей, в конструкциях забетонированных с использованием СУБ, находится в пределах запаса прочности по сравнению с расчетными величинами для вибрационного бетона согласно стандартам EN 1992-1 и EN 206-1.

#### **7.1.9 Величина силы сдвига**

Так как стыкуемая поверхность конструкций из СУБ после твердения может быть гладкой и непроницаемой, то для улучшения сопротивления сдвигающим силам, ее необходимо обработать для увеличения шероховатости.

#### **7.1.10 Огнестойкость**

Бетон является негорючим материалом и не поддерживает распространение огня. При пожаре бетон не образует дыма, токсичных газов или выбросов и не влияет на интенсивность пожарной нагрузки. Бетон обладает низкой скоростью кондуктивного переноса тепла, что делает его эффективным противопожарным экраном для соседних и примыкающих помещений, при обычных условиях пожара бетон сохраняет большую часть своей прочности. Комиссия Европейского союза присвоила бетону наивысшую возможную классификацию пожаробезопасности А1. Огнестойкость СУБ схожа с параметрами обычного бетона. В целом бетон с низкой проницаемостью может быть более расположен к растрескиванию, однако степень риска зависит от таких свойств, как тип заполнителя, качество бетона и содержание влаги. Самоуплотняющийся бетон СУБ может легко достичь требований для высокопрочного, низкопроницаемого бетона и будет вести себя в условиях пожара так же, как и любой обычный высокопрочный бетон. В качестве эффективной меры,



повышающей устойчивость бетона к растрескиванию, является использование полипропиленовых волокон. Механизм действия волокон состоит в том, что волокна плавятся и поглощаются цементной матрицей. Пустоты от волокон являются расширительными камерами для пара, что снижает риск растрескивания. Полипропиленовые волокна успешно используются в случае изготовления СУБ.

#### **7.1.11 Долговечность**

Долговечность бетонных конструкций напрямую связана с проницаемостью поверхностного слоя бетона, который должен защищать его от попадания веществ, инициирующих или распространяющих возможное вредное воздействие ( $\text{CO}_2$ , хлориды, сульфаты, вода, кислород, щелочи, кислоты и т. д.). На практике долговечность зависит от выбора материалов, состава бетона, а также от степени контроля во время укладки, уплотнения, ухода и выдержки. Недостаточное уплотнение поверхностного слоя из-за трудностей осуществления виброуплотнения в узких пространствах между опалубкой и арматурными стержнями или другими закладными деталями (например, каналы для размещения высокопрочной напрягаемой арматуры), признано в качестве ключевого фактора недолговечности железобетонных конструкций, подверженных воздействию агрессивных сред. Основной причиной первоначальной разработки самоуплотняющегося бетона в Японии было преодоление этой проблемы.

Традиционный вибрационный бетон подвергается уплотнению с помощью вибрации (или трамбовки), которая является дискретным, не непрерывным процессом. В случае внутреннего или глубинного вибрирования бетона, даже при правильном выполнении, объем бетона в пределах области воздействия вибратора не получает одинаковое количество энергии уплотнения. Аналогичным образом в случае наружного вибрирования результирующее уплотнение получается, главным образом, неоднородным, в зависимости от расстояния до источника вибрации. Таким образом, результатом вибрирования является структура бетона с неравномерным уплотнением и, следовательно, с различной проницаемостью, что повышает селективное проникновение агрессивных веществ. Естественно, последствия неправильного вибрирования (бетон с раковинами, расслоение, выделение цементного молока и т. д.) обладают гораздо более негативным влиянием на проницаемость и, следовательно, на долговечность. Самоуплотняющийся бетон с заданными свойствами не обладает этими недостатками, образуется материал со стабильной низкой и равномерной проницаемостью, с меньшим количеством слабых мест для вредного воздействия окружающей среды и, следовательно, большей долговечностью.

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

7.2.1 Требования к бетону из СУБ, должны соответствовать нормативным документам для транспортных (или гражданских, гидротехнических и т.д.) сооружений, установленных проектом, согласованным с Заказчиком, а гарантия обеспечения этих требований лежит на изготовителе бетона и конструкций.

7.2.2 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.

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

Особое внимание должно быть уделено к требованиям к бетонам для мостов, тоннелей и метрополитенов, изготовленных в соответствии с требованиями настоящего Стандарта.

7.2.3 Возраст бетона, отвечающий его классу по прочности на сжатие и осевое растяжение (проектный возраст), назначают при проектировании в соответствии с указаниями СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры» [4] и СП 52-102-2004 «Предварительно напряженные железобетонные конструкции» [5].

7.2.4 Значение отпускной прочности в элементах сборных конструкций следует назначать в соответствии с ГОСТ 13015, СП 35.133330.2011 «СНиП 2.05.03-84\* Мосты и трубы» [3] и стандартами на конструкции конкретных видов.

7.2.5 Кроме того для самоуплотняющихся бетонов мостовых и тоннельных конструкций должны быть определены деформационные характеристики (если они не были определены ранее).

Значения предельных относительных деформаций из самоуплотняющихся бетонов принимают в соответствии с требованиями п.5.1.12 СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры» [4].

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 таблице 5.4 СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры» [4] и учитываться при проектировании конструкций.

7.2.6 Значение коэффициента линейной температурной деформации бетона при изменении температуры от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  принимают равным  $\alpha_{b,t} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

7.2.7 Плотность тяжелого самоуплотняющегося бетона может находиться в пределах от 2200 до 2600 кг/м<sup>3</sup>.

7.2.8 Тепловыделение самоуплотняющихся бетонов при использовании химических добавок на основе поликарбоксилатов не превышает тепловыделения

обычных вибрационных бетонов и в основном связано с удельным расходом цемента на 1 м<sup>3</sup> бетона.

7.2.9 Морозостойкость и водонепроницаемость бетонов, приготовленных с использованием добавок поликарбосилатов, даже без использования в составе воздухововлекающих добавок, в связи с более плотной структурой цементного камня больше, чем морозостойкость и водонепроницаемость вибрационных бетонов тех же классов.

### **7.3 Классификация, используемая при спецификации самоуплотняющегося бетона**

7.3.1 Применяется классификация приведенная в стандарте EN 206-1:2000, пункт 4.

7.3.2 В соответствии «Европейским руководством по самоуплотняющемуся бетону» при классификации свойств самоуплотняющегося бетона применяются таблицы.

Обычно специфицируется только класс по расплыву конуса. В некоторых случаях необходимо также специфицировать в качестве исходных испытаний класс проходимости бетона через L-образную камеру (L-Box), и/или класс устойчивости к расслоению (сегрегации), и/или класс вязкости, выражаемый либо значением T<sub>500</sub>, либо/или временем истечения из V-образной воронки (V-Funnel).

7.3.3 Различают следующие классы самоуплотняющихся бетонных смесей:

- SF1 – SF3 – классы по удобоукладываемости (консистенции), определяемые диаметром расплыва стандартного конуса;
- VS1 – VS2 – классы по вязкости, определяемые по времени T<sub>500</sub> (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.

7.3.4 В зависимости от предназначения класса устанавливаются требования к его параметрам.

7.3.5 Для классов самоуплотняющихся бетонных смесей по удобоукладываемости (расплыву конуса, подвижности) параметры характеризуются значениями, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 – Классы по удобоукладываемости (расплыву конуса)

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

7.3.6 Требования к параметрам, установленным для классов СУБ по вязкости, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Классы СУБ по вязкости

Класс	T500 (dm), с	Класс	Время ( $t_y$ ) протекания через V – образную воронку, с
VS1	<2	VF1	≤8
VS2	>2	VF2	9-25

7.3.7 Требования к параметрам, установленным для классов по способности бетонной смеси преодолевать препятствия (L-образная камера), приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Способность СУБ преодолевать препятствия

Класс	Способность преодолевать препятствия (PA), $\frac{мм}{мм}$
PA1	≥0,8 (с двумя арматурными стержнями)
PA2	≥0,8 (с тремя арматурными стержнями)

7.3.8 Требования к параметрам классов по устойчивости к расслоению приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Устойчивость к расслаиванию

Класс	Устойчивость к расслаиванию (SR), %
SR1	≤20
SR2	≤15

При отсутствии лабораторного оборудования, необходимого для проведения испытаний по Евростандарту, проверку расслаивания допускается осуществлять по ГОСТ 10181 с учетом требований ГОСТ 7473.

7.3.9 При проведении испытаний различных видов допускается отклонение результатов от данных, приведенных в таблицах 2-5. В связи с этим следует использовать критерии соответствия результатов испытания определенному классу в соответствии с данными, приведенными в таблице 7.

Таблица 7 – Критерии соответствия для свойств СУБ

Свойство	Критерии
1	2
Класс по диаметру расплыва конуса SF1	от 520 до 700 мм
Класс по диаметру расплыва конуса SF2	от 640 до 800 мм

## Окончание таблицы 7

1	2
Класс по диаметру расплыва конуса SF3	от 740 до 900 мм
Допустимые отклонения по критерию для класса (по подвижности)	(± 80) мм от целевого значения
Класс по вязкости, установленный испытанием с использованием V-образной воронки VF1	≤ 10 с
Класс по вязкости, установленный с использованием V – образной воронки VF2	от 7 до 27 с
Величина допустимого отклонения для вязкости от целевого значения с использованием V – образной воронки	(±3) с
Класс по способности преодолевать препятствия при испытаниях с использованием L – образного ящика PA1	≥ 0,75
Класс по способности преодолевать препятствия при испытаниях с использованием L – образного ящика PA2	≥ 0,75
Допустимые отклонения для классов по способности преодолевать препятствия при испытаниях с использованием L – образного ящика и от требуемых данных целевого значения	не ниже 0,05 от целевого значения
Класс по устойчивости к расслаиванию SR1	≤ 23
Класс по устойчивости к расслаиванию SR2	≤ 18

Приведенную в таблицах классификацию самоуплотняющихся бетонных смесей рекомендуется использовать при назначении области применения и выбора вида конструктивных элементов в соответствии с указаниями таблицы 8.

Таблица 8 – Использование классификации бетонных смесей и требований к ним при выборе области применения самоуплотняющихся бетонов

Обозначение	Назначение и области применения самоуплотняющихся бетонов
1	2
<b>Высокоподвижная (Flowability Slump-flow) бетонная смесь</b>	
SF1 (от 550 до 650 мм)	Неармированные или низкоармированные бетонные конструкции: плиты перекрытий, трубопроводы, облицовки туннелей, фундаментов, сваи, плиты проезжей части
SF2 (от 660 до 750 мм)	Опоры, ростверки, балки пролетных строений, большинство обычных сооружений – колонны, стены
SF3 (от 760 до 850 мм)	Подпорные стенки, вертикальные элементы, густоармированные конструкции сложных форм, торкретирование, конструкции с высокими требованиями к качеству поверхности. Рекомендуется использовать СУБ с максимальным размером заполнителя 16 мм

## Окончание таблицы 8

1	2
<b>Вязкая (Viscosity) 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>Легкоформуемая (Passing ability) 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
<b>Устойчивая к расслаиванию (Segregation resistance) 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.
SR2 (расслаиваемость не более 15%)	Стены и тонкостенные профили, армированные с шагом свыше 80 мм. Максимальное расстояние растекания смеси более 5 метров.

Вязкость (низкую или высокую) следует специфицировать только в особых случаях. Данный параметр может быть полезен при разработке рецептуры бетонной смеси при измерении и регистрации времени  $T_{500}$  во время определения расплыва конуса, как способ подтверждения однородности СУБ от партии к партии.

Устойчивость к расслаиванию становится важным параметром в случае бетонов с высоким классом расплыва конуса и/или классом низкой вязкости, или если условия укладки способствуют сегрегации. Если ни один из данных вариантов не действителен, как правило, необходимость в спецификации класса устойчивости к сегрегации отсутствует.

7.3.10 Кроме перечисленных требований бетонная смесь должна отвечать требованиям, установленным по объему вовлеченного воздуха, сохранению свойств во времени: подвижность, расслаиваемость, объем вовлеченного воздуха, плотность.

7.3.11 Товарная бетонная смесь для монолитных конструкций, возводимых на стройплощадке, должна иметь жизнеспособность (не терять свои свойства) в промежутке времени от 120 до 180 минут, а на заводах и полигонах при изготовлении сборных конструкций жизнеспособность должна быть не менее 60 мин.

7.3.12 Приготавливаемые самоуплотняющиеся бетонные смеси имеют свою маркировку.

Пример обозначения готовой тяжелой самоуплотняющейся бетонной смеси класса по прочности на сжатие В35, по удобоукладываемости SF1, марки по

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

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

### **7.4.1 Требования к вяжущим материалам для приготовления бетонных смесей**

7.4.1.1 Для производства самоуплотняющегося бетона можно использовать все цементы соответствующие ГОСТ 31108. Для мостовых, тоннельных 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.

7.4.1.2 Для производства сборных мостовых и тоннельных конструкций, подвергаемых тепловой обработке, следует применять цементы I и II группы эффективности при пропаривании согласно требованиям ГОСТ 10178, Приложение А (справочное) «Распределение цемента по эффективности пропаривания». Свойства цемента определяются по ГОСТ 310.3-76.

7.4.1.3 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.

### **7.4.2 Требования к заполнителям и воде**

7.4.2.1 В качестве крупного заполнителя следует применять щебень гранитный или из других изверженных горных пород фракции 5-20, 3-10, 5-10 мм или смеси этих фракций по ГОСТ 8267, ГОСТ 8269.0-97 и ГОСТ 26633 с учетом требований СП 46.133330.2011 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы» [6].

Шаг арматурных стержней является основным фактором в поределении максимального размера крупного заполнителя. Необходимо избегать блокирования частиц заполнителя при протекании бетона через арматуру. Максимальный размер частиц заполнителя, как правило, должен быть ограничен диапазоном от 10 до 20 мм.

Распределение частиц по размерам, форма частиц крупного заполнителя напрямую влияют на текучесть и проходимость самоуплотняющегося бетона. Чем более сферическими являются частицы заполнителя, тем меньше они вызывают блокирование раствора, и тем выше текучесть бетона из-за пониженного внутреннего трения.

7.4.2.2 Щебень гранитный или из других изверженных горных пород должен соответствовать требованиям ГОСТ 26633:

- содержание зерен слабых пород должно быть не более 10%;
- марка щебня по прочности (дробимости) должна быть не менее:  
800 – для бетонов класса В30;

1000 – для бетонов класса В35-В40;

1200 – для бетонов класса В45 и выше;

- морозостойкость щебня должна соответствовать требуемой морозостойкости бетона.

7.4.2.3 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.

7.4.2.4 В качестве мелкого заполнителя рекомендуется применять песок кварцевый с модулем крупности  $M_{кр}$  от 1,6 до 2,5 по ГОСТ 8736 и ГОСТ 26633 с учетом требований СП 46.133330.2011 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы» [6]. Более мелкий или крупный песок должен быть проверен в бетоне на пригодность его использования. Следует использовать фракционированный песок по ГОСТ 8736 с содержанием  $SiO_2$  не менее 80%. Рекомендуется использовать один песок, комбинацию из двух или более фракций песка со следующим грансоставом:

сито, мм	полный остаток на сите, %
2,5	0-5
1,25	15-55
0,63	45-80
0,315	80-96
0,16	96-100

Для обеспечения текучести СУБ необходимо использовать пески со сферической формой зерен. Применение песков с игольчатой формой зерен, а также отсевов дробления не рекомендуется.

7.4.2.5 Вода для приготовления бетонных смесей должна соответствовать ГОСТ 23732. В случае если используется обратная вода, получаемая 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.

### 7.4.3 Требования к наполнителям

7.4.3.1 Для обеспечения необходимых реологических свойств самоуплотняющейся бетонной смеси, для улучшения когезии и устойчивости к расслоению используют инертные и пуццолановые/гидравлические добавки-наполнители. Добавки-наполнители используются также для снижения расхода цемента, снижения тепловыделения и усадки при гидратации.

7.4.3.2 В качестве наполнителей используют золу уноса, микрокремнезем, молотый гранулированный доменный шлак, метакаолин, известняк, доломит и др. Возможно использование минерального порошка, соответствующего ГОСТ Р 52129-2003.

Наличие в составе бетонной смеси золы уноса повышает когезию, снижает чувствительность к изменению содержания воды.

Высокое содержание золы уноса в составе бетонной смеси может привести к образованию пастообразной фракции, обладающей сильной степенью когезии, которая может негативно повлиять на текучесть бетонной смеси.



7.4.3.3 Микрокремнезем способствует повышению устойчивости смеси к расслоению, понижает или устраняет выступление воды на поверхности бетона. Не рекомендуется вводить микрокремнезем более 10%.

7.4.3.4 Молотый гранулированный доменный шлак – реактивный наполнитель, который может повлиять на кинетику гидратации цемента, уменьшить тепловыделение. Высокая доля молотого гранулированного шлака может повлиять на стабильность бетонной смеси, осложнить контроль консистенции.

7.4.3.5 Метакаолин, природный пуццолан, измельченное стекло, шлак воздушного охлаждения и другие тонкодисперсные наполнители могут использоваться при изготовлении самоуплотняющегося бетона, но эффект от их добавления на свойства бетонной смеси следует исследовать.

#### **7.4.4 Требования к химическим добавкам**

7.4.4.1 Суперпластифицирующие добавки являются необходимым компонентом для изготовления самоуплотняющегося бетона. Данный тип добавок должен обеспечить значительное снижение водоцементного отношения и заданное значение подвижности (распыла конуса) бетонной смеси, а также поддерживать эффект действия в течение времени, необходимого для транспортировки и укладки бетонной смеси.

Другие добавки, включая воздухововлекающие, а также добавки, ускоряющие и замедляющие твердение бетона, используются таким же образом, как и в традиционных вибрационных бетонах.

7.4.4.2 Добавки-модификаторы вязкости, снижают сегрегацию и чувствительность смеси к изменениям количества влаги. Применение данных добавок позволяет минимизировать «недостатки» в гранулометрическом составе. Применение добавок серии RheoMATRIX позволяет получать самоуплотняющиеся (смарт-динамические) бетонные смеси без использования добавок-наполнителей.

7.4.4.3 Оптимальная дозировка и вид добавок, способ и оптимальное время введения, свойства бетонной смеси определяются после консультации с техническими специалистами компании-производителя добавок при проведении пробных замесов.

#### **7.4.5 Пигменты, фибра**

7.4.5.1 Пигменты в составе СУБ применяются точно так же, как и в составе вибрационного бетона. За счет высокой текучести самоуплотняющегося бетона дисперсия пигмента происходит более эффективно, при этом получается более равномерная окраска. Однако более высокое содержание цементного теста в СУБ может привести к необходимости увеличения дозировки пигмента для достижения необходимой интенсивности цвета.

7.4.5.2 При изготовлении СУБ используют металлическую или полимерную фибру, однако их использование снижает текучесть и проходимость бетонной смеси. Необходимо проведение испытаний для определения оптимального типа, длины и

количества фибры для обеспечения необходимых свойств как свежеприготовленного, так и затвердевшего бетона.

Полимерную фибру используют для придания стабильности СУБ, поскольку она способствует предотвращению усадки и растрескивания.

Стальную или длинную полимерную фибру можно использовать для увеличения деформативности и ударной прочности затвердевшего бетона или в качестве замены армирования.

## **7.5 Принципы подбора составов самоуплотняющихся бетонных смесей**

7.5.1 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.

7.5.2 Подбор состава бетонной смеси рекомендуется проводить в следующем порядке:

- оценить потребность в воде, в химических и минеральных добавках и - оптимизировать течение и стабильность цементного теста;
- определить количественное содержание песка и оптимальную дозировку химической добавки с соблюдением необходимой консистенции и постоянства характеристик;
- испытать чувствительность к небольшим изменениям количеств воды, химических и минеральных добавок и количества песка (устойчивость);
- добавить соответствующее количество крупного заполнителя;
- приготовить смесь СУБ в лабораторной мешалке, провести необходимые испытания;
- испытать свойства СУБ в затвердевшем состоянии;
- приготовить пробные замесы в заводском бетоносмесителе.

7.5.3 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:

- откорректировать соотношение цемент/наполнитель и вода/порошок и испытать консистенцию цементного теста;
- откорректировать долю мелкого заполнителя и количество суперпластификатора;
- рассмотреть возможность использования модификатора вязкости для снижения чувствительности смеси;
- откорректировать долю и гранулометрический состав крупного заполнителя.

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

- пониженное содержание крупного заполнителя;

- повышенное содержание цементного теста;
- низкое водоцементное отношение;
- иногда повышенное содержание суперпластификатора;
- иногда наличие модификаторов вязкости.

7.5.5 При подборе 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. Это способствует повышению текучести и снижает трение частиц заполнителя.

7.5.6 Если в составе СУБ пониженное содержание цементного теста (класс бетона от В30 с небольшим расходом цемента и добавки-наполнителя), рекомендуется использовать модификатор вязкости серии RheoMATRIX для обеспечения необходимой связанности в системе и предотвращения расслаивания.

7.5.7 При подборе состава смарт-динамического бетона 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 наполнители).

7.5.8 Проверку устойчивости и стабильности сбалансированной самоуплотняющейся бетонной смеси рекомендуется производить при подборе состава СУБ путем изменения дозировки воды в пределах от 5 до 10 л/м<sup>3</sup> с оценкой изменения свойств свежеприготовленной бетонной смеси. Такая проверка подтвердит устойчивость бетонной смеси или укажет на необходимость дальнейших корректировок состава.

7.5.9 При подборе составов СУБ необходимо обеспечить требуемую надежность подбора (по Европейским рекомендациям и рекомендациям настоящего Стандарта) – 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.

Не существует стандартного метода по проектированию состава смеси для СУБ. Поэтому многие научные учреждения, компании - производители добавок, товарных бетонных смесей, сборных железобетонных конструкций и компании-Подрядчики разработали собственные методы подбора состава СУБ. Дополнительную информацию о проектировании состава СУБ можно получить у технических специалистов концерна BASF.

## **7.6 Производство самоуплотняющихся бетонных смесей**

7.6.1 Производство самоуплотняющихся бетонных смесей необходимо осуществлять на предприятиях, где оборудование, операции и материалы четко контролируются в соответствии с требованиями по обеспечению качества.

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

7.6.3 Заполнители должны храниться таким образом, чтобы не было перемешивания различных фракций и типов. Рекомендуется защищать заполнители от попадания воды.

7.6.4 Хранение цемента, химических и минеральных добавок не отличается от хранения этих материалов для производства обычного бетона.

7.6.5 Самоуплотняющуюся бетонную смесь можно приготавливать в бетономешалках с лопастными мешалками или автобетоносмесителях. В любом случае в соответствии с ГОСТ 7473 предпочтение следует отдавать бетоносмесителям принудительного действия. Важно, чтобы смеситель находился в хорошем техническом состоянии и обеспечивал полное и равномерное перемешивание всех компонентов с достаточным сдвигающим воздействием для активации суперпластификатора.

7.6.6 Следует учитывать, что время перемешивания самоуплотняющейся бетонной смеси может быть больше, чем время перемешивания обычной смеси. Для определения оптимального времени перемешивания необходимо проведение производственных испытаний. Объем бетона для производственных испытаний должен быть не меньше половины емкости смесителя.

7.6.7 Сыпучие исходные материалы для бетонной смеси дозируют по массе, а жидкие – по массе или объему.

7.6.8 Погрешность дозирования регламентируется ГОСТ 7473.

7.6.9 При приготовлении самоуплотняющейся бетонной смеси следует четко соблюдать последовательность введения компонентов. Оптимальная последовательность введения компонентов определяется путем проведения производственных испытаний. Как правило, сначала добавляется заполнитель вместе с цементом, после этого вводится основное количество воды затворения и суперпластификатор.

7.6.10 Химические добавки вводятся в соответствии с требованиями разделов 6.1.15-6.1.19 настоящего Стандарта.

7.6.11 При формировании «комков» из компонентов бетона (образующихся при использовании смесителей свободного падения, в частности при использовании автобетоносмесителей), рекомендуется первый замес делать менее плотной консистенции (использовать добавление дополнительного количества воды или/и суперпластификатора).

7.6.12 Самоуплотняющийся бетон по сравнению с вибрационным бетоном более чувствителен к изменению физических свойств, входящих в его состав компонентов, и, в частности, к изменению влажности, гранулометрического состава и формы заполнителя. В связи с этим необходимо производить чаще производственные проверки подобранных составов.

7.6.13 Каждая партия бетонной смеси, отправляемая потребителю, должна иметь документ о качестве по форме, установленной ГОСТ 7473, и приведенной в Приложении Б к настоящему Стандарту.

## **7.7 Правила приемки бетонных смесей**

7.7.1 Бетонные смеси должны быть приняты техническим контролем изготовителя в соответствии с требованиями настоящего Стандарта.

7.7.2 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.

При измерении объема вовлеченного воздуха бетонная смесь не штыкуется.

7.7.3 Особое внимание следует уделить контролю материалов, используемых для приготовления бетонной смеси. Составляющие материалы должны проверяться на соответствие требованиям ГОСТ на эти материалы.

7.7.4 Периодичность определения качества бетонной смеси и бетона, неувязанная с соответствующими ГОСТ и технологическими регламентами на производство бетонных работ, устанавливаются по согласованию изготовителя с контролирующими органами.

7.7.5 Контроль технологии приготовления бетона, испытания бетонной смеси на плотность, воздухововлечение и подвижность, а также бетона на плотность и прочность должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 12730 и ГОСТ 10181, ГОСТ 10180, а также по методикам, не вошедшим в ГОСТы, но приведенным в настоящем Стандарте (Приложение В).

7.7.6 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 строительной площадке на месте приемки.

7.7.7 Контроль качества и оценка соответствия свойств изготавливаемого бетона должны вестись постоянно. Для этого изготовитель для стабильного выпуска бетона заданного качества должен обеспечить выполнение следующих процедур:

- до начала производства разработать номинальный состав в соответствии с ГОСТ 27006, который обеспечивает среднюю прочность проектного класса;
- в период текущего производства проводить входной, операционный, приёмочный контроль; в рамках приёмочного контроля изготавливать контрольные образцы из бетона номинального состава с учётом влажности заполнителей. Отбор проб, изготовление и хранение контрольных образцов следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 10180.

7.7.8 При изготовлении образцов-кубов бетон не вибрируется, не штыкуется. В связи с малым использованием объема смеси в образцах-кубах, рекомендуется выполнить 3 легких удара заполненной формы об пол (землю). До начала процесса твердения бетона формы не перемещать.

7.7.9 При контроле прочности бетона одного класса по образцам согласно ГОСТ Р 53231 отбирают не менее одной пробы в смену как на предприятии-изготовителе БСГ, так и на предприятии-изготовителе сборных конструкций, а для монолитного бетона в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53231.

7.7.10 В соответствии с ГОСТ 10180 от каждой пробы бетонной смеси изготавливают по одной серии из шести образцов бетона для контроля:

- распалубочной (или к моменту натяжения преднапряженной арматуры) прочности бетона – для монолитных конструкций на строительной площадке;
- отпускной прочности или передаточной прочности бетона на заводе по производству сборных железобетонных конструкций;
- проектной прочности бетона как для монолитных, так и для сборных железобетонных конструкций.

7.7.11 Оценку соответствия промежуточной прочности (1, 3 или 7 суток), а также отпускной или передаточной прочности проводят по ГОСТ Р 53231.

7.7.12 Испытания бетона на прочность, водонепроницаемость и морозостойкость следует проводить согласно требованиям ГОСТ 10180, ГОСТ 12730 и ГОСТ 10060.

Испытания на водонепроницаемость и морозостойкость следует проводить не реже 1 раза в 6 месяцев.

7.7.13 Поставляемая бетонная смесь или изготавливаемая на месте должна соответствовать требованиям проекта и договора на поставку.

7.7.14 Сопроводительная документация по форме, указанной в настоящем Стандарте (Приложение А), должна быть проверена потребителем до разгрузки бетонной смеси.

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

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

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

7.7.17 Поставляемая бетонная смесь должна пройти визуальный осмотр в процессе разгрузки. Разгрузка должна быть приостановлена в случае, если внешний вид вызывает сомнение. В этом случае должны быть отобраны пробы для проведения испытаний бетонной смеси.

7.7.18 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 м<sup>3</sup> бетонной смеси. Оценка подвижности, определение величины расплыва конуса бетонной смеси производится по методике, приведенной в Приложении Б настоящего Стандарта.

7.7.19 Возможно увеличение значения расплыва конуса бетонной смеси в период транспортировки, связанное с домешиванием бетонной смеси в автобетоносмесителе.

7.7.20 При увеличении температуры окружающей среды сохраняемость бетонной смеси может уменьшиться, однако, при необходимости, это влияние можно компенсировать дополнительным введением суперпластификатора серии Glenium в количестве от 0,1 до 0,2 % непосредственно в миксер на месте укладки. Таким же образом можно увеличить расплыв конуса бетонной смеси. Перед введением дополнительного количества добавки в автобетоносмеситель необходимо нужное количество суперпластификатора развести с водой (не более 5 литров) и обеспечить дополнительное перемешивание бетона в течение 3 минут на 1 м<sup>3</sup> бетона на средних или высоких оборотах автобетоносмесителя.

## **7.8 Транспортирование**

7.8.1 Готовые бетонные смеси при бетонировании монолитных железобетонных конструкций доставляют к потребителю автобетоносмесителями.

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

7.8.3 При бетонировании монолитных бетонных и железобетонных конструкций бетонная смесь к месту укладки подается с помощью автобетононасосов.

7.8.4 Применяемые способы транспортирования бетонной смеси должны исключать возможность попадания в них атмосферных осадков, нарушения однородности, потери цементного раствора и исключать возможность прямого воздействия ветра и солнечных лучей.

7.8.5 Максимально допустимая продолжительность транспортирования бетонной смеси для монолитных бетонных и железобетонных мостовых и тоннельных конструкций с учетом времени подачи её на укладку по результатам исследований не должна быть более 3 часов при условии сохранения своих свойств (уточняется в строительной лаборатории).

7.8.6 При бетонировании сборных железобетонных конструкций бетонная смесь к месту укладки (в зависимости от технологии, принятой на заводе) может подаваться автобетононасосами или бадьями.

7.8.7 Разгрузку бетонной смеси не следует производить до проведения контрольных проверок.

## **7.9 Требования к строительной площадке и ее подготовка**

7.9.1 Перед доставкой бетона Подрядчик должен обеспечить соответствующую подготовку места проведения работ, а именно подтвердить, что:

- определенная смесь СУБ пригодна для работы;
- на месте проведения работ можно обеспечить укладку бетонной смеси с оговоренной интенсивностью подачи;
- порядок сдачи-приемки СУБ согласован и документально оформлен;
- персонал, производящий бетонирование, ознакомлен со специальными требованиями к укладке СУБ;
- опалубка подготовлена должным образом.

7.9.2 Перед доставкой бетона должна быть оговорена и оформлена процедура контроля качества на месте производства работ.

7.9.3 Корректировку состава СУБ на месте производства работ проводить не рекомендуется. Однако в особых обстоятельствах или когда смесь укладывается в формы особой конфигурации, для получения высококачественной поверхности можно допустить незначительную корректировку состава бетонной смеси.

7.9.4 Специалист по технологии бетона со стороны производителя работ под свою ответственность должен взять и оценку корректировки. Все изменения должны быть зарегистрированы.

7.9.5 Персонал, производящий укладку самоуплотняющейся бетонной смеси, необходимо проинструктировать и ознакомить со специальными требованиями, которые предъявляются к укладке данного типа бетона:

- необходимость исключения вибрации для избежания расслоения бетонной смеси;
- скорость укладки;
- негативный эффект от перерыва/остановки во время укладки;
- действия, которые необходимо принимать в случае перерыва/остановки во время укладки;
- наблюдение за возможным блокированием, расслоением и выходом воздуха;
- требования к особенностям укладки разными способами;
- отделка поверхности и уход за бетоном.

## **7.10 Требования к опалубочным формам**

7.10.1 Опалубочные формы при использовании самоуплотняющихся бетонных смесей не отличаются существенным образом от форм, применяемых для обычного вибрационного бетона.

7.10.2 Отсутствие вибрации позволяет использовать новые подходы к конструкции опалубки. В частности при использовании металлической опалубки могут быть применены магниты. Такое предложение может оказаться особенно полезным при изготовлении сборных железобетонных конструкций.



Высокая подвижность бетонной смеси дает возможность использования сложных опалубочных форм и применять самоуплотняющиеся бетоны, там, где невозможно применение вибрационных бетонов.

7.10.3 При использовании самоуплотняющегося бетона создается повышенное гидростатическое давление на стены, поэтому при установке опалубки особое внимание следует уделять внешней поддержке опалубки, системе стержневых стяжек и интервалам между ними, обеспечению плотности опалубки в стыках.

7.10.4 Применение СУБ позволяет получить высококачественную поверхность, которая является зеркальной копией опалубки. В случае отсутствия тщательной очистки, отделки поверхности и использования качественной смазки, смещения в местах соединения или изгиба опалубки, образующиеся в результате давления бетона при применении СУБ, дефекты поверхности могут быть более заметными.

7.10.5 Основными типами опалубки, применяемыми для укладки СУБ являются сталь или покрытая полимерными смолами фанера. Избыточное количество смазки на рабочей поверхности опалубки и поверхности бетона приводит к пятнообразованию, удерживанию пузырьков воздуха и другим дефектам.

7.10.6 Для получения высококачественной поверхности рекомендуется использовать смазки серии Rheofinish производства концерна BASF и наносить их при помощи специального оборудования (распылителей) очень тонким слоем.

7.10.7 Не рекомендуется использовать опалубку из сухой или совершенно свежей древесины, так как это может привести к образованию на поверхности бетона пятен, а любой выступающий элемент текстуры будет отпечатан на поверхности бетона.

7.10.8 Новую деревянную опалубку необходимо хорошо обработать, герметизировать и смазать.

7.10.9 При наличии очень гладкой опалубки для возведения высоких стен необходимо использовать смазки серии Rheofinish.

7.10.10 СУБ характеризуется меньшими потерями цементного молока по сравнению с обычным вибрационным бетоном. Тем не менее, желательно обеспечить герметичность опалубки для устранения потерь цементного молока.

7.10.11 При использовании СУБ для получения очень высокого качества поверхности возможно применение закачки бетона насосом снизу вверх. При использовании этого метода насос подсоединяется к опалубке через специальный разъем с вентилем-задвижкой. По возможности, точка закачки должна быть расположена посередине конструкции. Горизонтальные интервалы между точками закачки зависят от расположения арматуры и подвижности СУБ и должны согласовываться с поставщиком бетона. После закачки бетона снизу клапан закрывается и запирается. Вертикальное расположение насосных точек зависит от максимального давления, которое способна выдержать опалубка, его необходимо

уточнять у поставщика опалубки. Давление свежеприготовленной бетонной смеси на опалубку зависит от подвижности бетонной смеси и может быть рассчитано по методике, описанной в Германском промышленном стандарте DIN 18218 «Давление свежеприготовленной бетонной смеси на вертикальную опалубку».

### **7.11 Укладка самоуплотняющейся бетонной смеси**

7.11.1 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.

7.11.2 Перед укладкой бетонной смеси необходимо определить интенсивность подачи её в опалубку с учетом густоты армирования, характеристик и расплыва конуса бетонной смеси и возможности вовлечения дополнительного воздуха.

7.11.3 При бетонировании следует помнить, что разгрузку бетонной смеси не следует начинать до проведения контрольных проверок, включающих визуальный контроль, а также соответствие определенных параметров бетонной смеси требованиям проекта.

7.11.4 Бетонную смесь можно укладывать путем прямой разгрузки в конструкцию по желобу из автобетоносмесителя.

7.11.5 Если смесь необходимо выдержать на стройплощадке в течение определенного времени до укладки, то можно использовать приемные бункеры - танки, оборудованные мешалками или автобетоносмесители.

7.11.6 При укладке бетонной смеси с помощью автобетононасоса его хобот или 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 для того, чтобы минимизировать возможность попадания вовлеченного воздуха. Укладку лучше начинать с наиболее низкой части формы, 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 насосного шланга следует, по возможности, все время поддерживать ниже уровня поверхности бетона для избежания попадания воздуха в шланг.

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

7.11.8 В начале использования бетононасоса должна быть осуществлена его «прокачка» цементным раствором или специальными пусковыми смесями (например, Meuco Lube).

7.11.9 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.

7.11.10 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.

7.11.11 В любом случае для определения характеристик смеси должно быть проведено испытание на подвижность по расплыву конуса. Это измерение позволяет проверить реологические характеристики, а, следовательно, и заполняющую способность смеси.

7.11.12 Визуальная оценка любого признака расслаиваемости - отделения раствора/цементного теста/воды по окружности расплыва и любое отделение заполнителя в центральной зоне указывает на степень устойчивости к расслаиванию.

7.11.13 Следует постоянно наблюдать за уложенной бетонной смесью, чтобы контролировать эффективность заполнения формы (опалубки) и любые признаки блокировки, расслаивания или осадки.

7.11.14 В течение укладки бетонной смеси следует визуально убеждаться в том, что крупный заполнитель, растекшийся по всей площади смеси, остается на поверхности или находится близко к ней и что отсутствуют признаки расслаивания.

7.11.15 Бетонная смесь должна формировать постоянно движущийся поток под малым углом скольжения и обтекать арматурные стержни, полностью покрывая их и не образуя раковин.

7.11.16 Смеси СУБ, отличающиеся низкой скоростью истечения (определяемую продолжительность времени расплыва T500 или протекания через V – образную воронку), могут проявлять склонность к тиксотропному гелеобразованию, которое вызовет начало процесса самоуплотнения и схватывания в момент покоя. Восстановление подвижности будет происходить в случае последующего приложения достаточной энергии сдвига/перемешивания.

Для избежания тиксотропного гелеобразования необходимо постоянное перемешивания бетонной смеси при транспортировании её на стройплощадку и перед укладкой. После окончания укладки тиксотропное гелеобразование является преимуществом, поскольку после остановки движения смеси давление на опалубку снижается.

7.11.17 Укладку следует производить без перерывов, избегая высокого падения бетонной смеси. Места подачи бетона следует расположить таким образом, чтобы кромка бетонной смеси все время находилась в движении.

7.11.18 Если произошел перерыв в бетонировании при вертикальной подаче бетона, необходимо увеличить контактную энергию свежего бетона при укладке следующего слоя, например, путем увеличения высоты сброса бетона, так, чтобы поверхность первого слоя «оживилась», что позволит избежать образование «холодного» шва.

7.11.19 Максимальная высота сброса бетона по результатам проведенных исследований составляет 2,5 м.

7.11.20 При бетонировании обширных горизонтальных участков, где бетонирование части конструкции от общей площади должна быть завершена до

бетонирования соседних участков, следует использовать временные ограничительные опалубочные элементы, например, в виде металлических сеток.

7.11.21 При использовании бетононасосов самоуплотняющуюся бетонную смесь целесообразно подавать непосредственно от основания опалубки (напорный метод бетонирования). При этом в бетонную смесь вовлекается меньше воздуха, а скорость бетонирования выше, чем при подаче смеси сверху.

7.11.22 При бетонировании от основания (подача бетона снизу вверх) целесообразно использовать задвижку на бетононасосе для регулирования объема подаваемой смеси при условии хорошей устойчивости бетонной смеси к расслаиванию. При таком способе бетонирования обеспечивается технологичность укладки и очень высокое качество поверхности.

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

7.11.24 При укладке смеси СУБ с помощью крана и бадьи следует учитывать следующие моменты:

- вследствие наличия требований к продолжительности бетонирования, которая, как правило, происходит с интенсивностью от 12 до 20 м<sup>3</sup>/ч, укладка с использованием бадьи обычно имеет смысл лишь при формировании относительно небольших элементов или низких стен. Однако при этом следует учитывать, что производительность также зависит от размера бадьи и маневренности крана;

- бадя должна быть герметичной, чтобы при транспортировании бетонной смеси не допускалось вытекание раствора или цементного теста;

- бадью для транспортирования бетонной смеси не следует подвергать вибрации и чрезмерному встряхиванию во избежание расслаивания бетонной смеси;

- длительный застой смеси в бадье может вызвать тиксотропное схватывание, из-за которого при открытии бадьи во время разгрузки смесь не будет вытекать плавно и самостоятельно;

- для ликвидации тиксотропного схватывания следует произвести побуждение бетонной смеси;

- низкая интенсивность подачи бетонной смеси может вызвать длительный период покоя в опалубочной форме, что приведет к образованию поверхностной корки или тиксотропному схватыванию, а также появлению видимого горизонтального следа между слоями бетона.

7.11.25 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. Это особенно важно, если необходимо повысить качество поверхности. Если используется жесткий бетоновод для подводного бетонирования, его конец следует всегда держать глубже поверхности бетонной смеси.

7.11.26 СУБ нельзя вибрировать, однако существуют некоторые случаи, когда необходимо тщательно контролируемое легкое вибрирование:

- в некоторых конструкциях форма опалубки может способствовать вовлечению воздуха в определенных местах. Обычно это можно устранить локальным постукиванием или произведя простое штыкование в соответствующей зоне;

- для плит, особенно изготовленных из самоуплотняющегося бетона, который относится к низкому классу по диаметру расплыва конуса, может потребоваться легкое постукивание или очень аккуратная обработка вибробрусом, разравнивающая поверхность и устраняющая заметное выступание крупного заполнителя;

- вибрирование можно произвести после перерыва в укладке, если поверхность покрылась коркой или тиксотропно схватилась до такой степени, что может сформироваться холодный шов или на поверхности могут появиться пятна.

7.11.27 Выравнивание поверхностей плит, при необходимости рекомендуется осуществлять с помощью ручных гладилок на длинной ручке. Выравнивание плит лучше всего производить легкими вибрирующими движениями.

Гладилка «пробуждает» поверхностный слой бетона и достаточно уплотняет его, не вызывая сегрегации заполнителя.

7.11.28 Начальные отделочные работы следует производить как можно скорее после разравнивания бетона до начала тиксотропного схватывания и до высыхания поверхности (образования корки). Как и в случае с вирационным бетоном, после начала процесса затвердевания возможно использование дополнительной обработки (при помощи виброщеток и др.)

## **7.12 Уход за бетоном при выдерживании**

7.12.1 Выдерживание бетона является одним из важнейших этапов при возведении монолитных и изготовлении сборных железобетонных конструкций.

7.12.2 При выдерживании бетона особое внимание следует уделять открытой поверхности элементов, изготовленных из СУБ, так как они могут терять в большей степени влагу, чем обычные бетоны, вследствие увеличенного объема цементного теста, низкого соотношения воды и мелких заполнителей и отсутствия влаги на поверхности.

7.12.3 При выдерживании бетона рекомендуется применять материалы по уходу за бетоном серии Masterkure производства концерна BASF.

7.12.4 К начальному уходу за бетоном следует приступать как можно раньше после укладки и отделочных работ.

7.12.5 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.

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

## **8 Сборные бетонные и железобетонные изделия, изготовленные из самоуплотняющихся бетонов**

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

8.2 Спецификационные требования, предъявляемые к конструкции, должны совпадать с требованиями на конструкцию, приготовляемую из вибрационного бетона, а также соответствовать требованиям к бетону из СУБ, описываемых в разделе 7.2 настоящего Стандарта.

8.3 Компоненты бетонной смеси подбираются в соответствии с указаниями главы 7.4 настоящего Стандарта.

8.4 Подбор состава смеси должен обеспечивать выполнение предварительно установленных требований к затвердевшему СУБ, а также обеспечивать свойства свежеприготовленной и свежеложенной самоуплотняющейся бетонной смеси: текучесть, вязкость и стабильность, которые зависят от типа опалубки, способа укладки и условий поверхностной обработки.

8.5 Для изготовления конструкций можно использовать смесь СУБ, обладающую коротким временем сохранения консистенции, быстрым схватыванием и ранним набором прочности, данные параметры регулируются использованием в составе СУБ добавок производства концерна BASF.

8.6 Высокую раннюю прочность СУБ можно достичь путем подбора состава бетонной смеси с использованием суперпластифицирующих добавок и/или стимулировать путем пропаривания и контролировать с помощью оборудования, определяющего степень зрелости бетона.

8.7 На заводах по производству сборных и железобетонных конструкций целесообразно разработать набор стандартных составов бетонной смеси, которые соответствуют общим требованиям, предъявляемым к каждому типу изделия.

Подбор составов бетонной смеси для СУБ при изготовлении сборных железобетонных изделий, как правило, основан на подходе, изложенном в главе 7.5 настоящего Стандарта.

8.8 Тип опалубки, используемой для изготовления изделий из СУБ, не отличается от опалубки, в которую заливается традиционный вибробетон.

8.9 Использование СУБ позволяет применять опалубку со сложной поверхностной текстурой, что дает возможность получать изделия высокой эстетической формы.

8.10 Общие принципы производства бетона в заводских условиях ничем не отличаются от ранее описанных в настоящем Стандарте.

8.11 Весь бетон, доставленный к опалубке до приемки и укладки необходимо визуально проверять на однородность и консистенцию. Часть всех поставок следует также проверять на расплыв конуса. При наличии сомнений в качестве следует проводить другие испытания, которые могут дать дополнительную информацию о свойствах самоуплотняющейся бетонной смеси.

8.12 Производителям рекомендуется осуществлять контроль качества бетонных работ на заводе в соответствии с требованиями российских нормативных документов и имеющихся дополнений к ним, изложенным в настоящем Стандарта.

8.13 Для сборного бетона и железобетона важно, чтобы весь производственный персонал, осуществляющий укладку бетонной смеси на месте производства работ и участвующий в использовании СУБ прошел соответствующее обучение перед началом укладки.

8.14 Тепловая обработка бетона также эффективна для СУБ, как и для вибрационного бетона.

8.15 При использовании тепловой обработки параметры режимов выдерживания бетона должны соответствовать требуемым нормативам для каждого вида конструкций.

8.16 Обнаруженные дефекты и трещины при изготовлении сборных железобетонных конструкций устраняют в соответствии с рекомендациями «Руководства по ремонту железобетонных конструкций транспортных сооружений с учетом совместимости материалов» [7].

8.17 Высокое качество поверхности изготавливаемых конструкций является одной из основных особенностей при применении самоуплотняющегося бетона. Для достижения необходимых требований к качеству поверхности необходимо уделить особое внимание составу бетонной смеси, качеству используемых опалубочных форм и смазочных материалов, технологии укладки самоуплотняющейся бетонной смеси и качеству проведения работ на строительной площадке.

Перечень возможных причин появления дефектов на поверхности и способы предотвращения их образования представлен в «Европейском руководстве по самоуплотняющемуся бетону», а также в Приложении С «Европейского руководства по самоуплотняющемуся бетону».

## **9 Методы контроля и испытаний**

### **9.1 Правила отбора проб и проведения испытаний**

9.1.1 Пробы бетонной смеси для испытания при производственном контроле следует отбирать:

- при отпуске товарной бетонной смеси – на месте её приготовления при погрузке в транспортную ёмкость;
- при производстве сборных и монолитных изделий и конструкций – на месте укладки бетонной смеси.

9.1.2 Отбор проб бетонной смеси осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 10181. При изготовлении образцов-кубов бетон не вибрируется,

не штыкуется. В связи с малым использованием объема смеси в образцах-кубах рекомендуется выполнить 3 слабых удара заполненной формы об пол (землю). До начала процесса твердения бетона формы не перемещать.

9.1.3 Результаты определения качества бетонной смеси должны быть занесены в журнал.

9.1.4 Обязательным испытанием самоуплотняющейся бетонной смеси является испытание по расплыву конуса. Расплыв конуса характеризует текучесть бетонной смеси и заполняющей способности бетона. Визуальная оценка следов разделения строительный раствор/цементное тесто по окружности растекшегося пятна и любое отделение заполнителя в центральной части дают представление об устойчивости к расслоению (сегрегации) бетонной смеси. Испытания бетонной смеси по расплыву конуса проводят в соответствии с Приложением А настоящего Стандарта.

9.1.5 Среднюю плотность бетонной смеси, объем вовлеченного воздуха и сохраняемость свойств во времени определяют по ГОСТ 10181.

9.1.6 Температуру бетонной смеси определяют в соответствии с требованиями ППР.

9.1.7 При необходимости, подвижность, вязкость, устойчивость к расслаиванию бетонной смеси определяют в соответствии с Приложением А настоящего Стандарта.

## **9.2 Контроль операций по бетонированию конструкции**

9.2.1 Контроль производственных операций при бетонировании должен вестись согласно проекту производства работ (ППР).

9.2.2 ППР должен включать рекомендации по предпринимаемым действиям в случае обнаружения несоответствия требуемого качества бетона.

9.2.3 Процедуры контроля включают как плановый, так и выборочный внеплановый контроль.

9.2.4 Документирование должно включать регистрацию всех видов контроля и регистрацию несоответствия качеству бетона и принятых корректирующих действий.

9.2.5 Входной контроль бетонной смеси на соответствие заданному классу бетона (28 суток твердения в нормальных условиях).

9.2.6 Контроль укладки бетонной смеси согласно ППР должен включать в себя регистрацию в журнале производства работ следующих сведений:

- даты производства работ;
- погодные условия;
- время начала бетонирования;
- время окончания бетонирования;
- способ бетонирования;
- объем самоуплотняющегося бетона;



- последовательность укладки;
- толщина укладываемых слоев (если предусмотрено технологией);
- расслаиваемость смеси (если имеет место);
- заглаживание (если применялись);
- деформирование формы (если имело место);
- ровность поверхности;
- укрытие и защита отформованной поверхности (производится при любых погодных условиях).

9.2.7 Контроль твердения и защиты бетона от атмосферных воздействий должен включать в себя регистрацию в журнале производства работ следующих сведений:

- уход за бетоном (укрытие);
- температура окружающего воздуха;
- мониторинг температуры бетона (и прогноз прочности бетона по температурным кривым (при необходимости));
- дата и время снятия тепло- и гидроизоляции с учетом требований по допустимым температурным перепадам.

Методы контроля приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Производство бетонных работ

Технические требования	Контроль	Метод или способ контроля
1	2	3
1 На месте укладки расплыв конуса самоуплотняющейся бетонной смеси не должен быть ниже, чем на один класс против класса, установленного в настоящем Стандарте	В соответствии с требованиями ТУ 5745-001-01386148-2010 «Самоуплотняющиеся бетонные смеси для бетонов мостовых и тоннельных конструкций классов В30, В40, В45и В50 с использованием добавок на основе поликарбоксилатов» [8]	Регистрационный, измерительный по методике [8] (она же изложена в Приложении А к настоящему Стандарту)
2 Температура бетонной смеси на месте укладки не должна превышать расчетную максимальную более чем на 2°С	Через каждые 4 часа в зимнее время на БСУ, в каждом бетоносмесителе на стройплощадке	Регистрационный, измерительный, с регистрацией в журнале бетонных работ и журнале ухода за бетоном

## Продолжение таблицы 9

1	2	3
3 Объем вовлеченного воздуха в бетонную смесь – принятый при подборе состава до ( $\pm 2$ ) % по абсолютной величине	Не менее чем через каждые два часа при ритмичной массовой укладке бетона и в каждом третьем бетоносмесителе при неритмичной поставке с заводов, находящихся на расстоянии более 20 км от стройплощадки	Проверка по ГОСТ 10181, с регистрацией в журнале бетонных работ и журнале ухода за бетоном
4 Для контроля нормируемых параметров бетона в партии отбирают пробы бетонной смеси	Объем бетона в партии, контролируемой отбором на месте укладки одной пробы бетонной смеси для изготовления контрольных образцов, следует принимать для каждого конструктивного элемента (захватки) монолитных железобетонных конструкций, бетонируемых без перерыва (без рабочих швов)	Регистрационный
5 Число серий образцов, изготовленных из одной пробы бетонной смеси на объекте	<p><u>1 серия</u>: 3 образца от каждой партии бетонной смеси для определения прочности бетона при распалубливании конструктивного элемента в случае оценки прочности бетона по образцам, выдерживаемым по режиму твердения бетона в конструкции.</p> <p><u>2 серия</u>: 3 образца от каждой партии бетонной смеси для определения прочности бетона в 28-дневном возрасте хранятся на конструкции до распалубки, а потом выдерживаются в нормальных условиях – температура (<math>20 \pm 2</math>)°С, относительная влажность окружающей среды (<math>95 \pm 5</math>) %</p>	Регистрационный
6 Выборочный контроль бетона на морозостойкость и водонепроницаемость осуществляется по согласованию с проектной организацией и технадзором Заказчика	Испытания на морозостойкость и водонепроницаемость проводят испытанием кернов, выбуренных в местах, определенных проектной организацией или испытанием образцов-кубов	Регистрационный и измерительный с получением актов по результатам проведения испытаний

## Окончание таблицы 9

1	2	3
7 Приемка конструкций по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости осуществляется исходя из требований проектной документации. Приемка по прочности – по прочности в 28-суточном возрасте по п.6 табл. 9, а также по 7 и 28-суточной прочности нормального твердения по данным завода-поставщика бетонной смеси.	По актам завода-поставщика бетонной смеси и результатам испытаний по п.6 и п. 7 настоящей таблицы	По документу о качестве согласно ГОСТ 7473 п.4.15.2 с приложением заводского акта испытаний по ГОСТ 10060 и по ГОСТ 12730

9.2.8 Контроль операций после снятия опалубки должен включать регистрацию в журнале производства работ следующих сведений:

- проверка геометрических размеров конструкций;
- прочность бетона ко времени снятия укрытия;
- внешний вид поверхности (раковины, шероховатости), трещины - ширина и длина раскрытия;
- проверка толщины защитных слоев бетона относительно арматуры.

### 9.3 Контроль качества бетона в готовых конструкциях

9.3.1 При возведении мостов с применением сборных железобетонных конструкций контроль качества бетона осуществляется в заводских условиях.

9.3.2 При возведении конструкций мостов и тоннелей из монолитного железобетона прочность бетона должна контролироваться на стройплощадке по контрольным образцам и неразрушающими методами в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53231 с применением методов ГОСТ 17624, ГОСТ 22690.

9.3.3 Правила отбора контрольных образцов и условия их хранения до испытаний, а также испытания на прочность бетона конструкций должны быть установлены в Проекте производства работ.

Кинетику (скорость) набора прочности бетона в конструкциях следует оценивать с учетом фактических температурно-влажностных режимов твердения конструкций и усредненных экспериментально-теоретических зависимостей, исходя из реальных составов бетона конструкций или по методике, изложенной в ВНТП-1-90 «Ведомственные нормы технологического проектирования тепловой обработки мостовых железобетонных конструкций» [9]. После снятия опалубки (на небольшом участке конструкций, при необходимости) рекомендуется провести контрольное определение прочности бетона в конструкциях неразрушающими методами.

9.3.4 Формы с образцами сразу после изготовления необходимо установить в местах наиболее низких температур и в контакте с поверхностью бетона (для стоек опор – вблизи грани стоек).

9.3.5 Формы со свежееотформованными образцами перед установкой необходимо завернуть в пленку и уложить под теплозащитное покрытие.

9.3.6 Формы с образцами без их распалубки необходимо хранить под влагозащитным покрытием до момента испытаний. После снятия с конструкции влаготеплозащитного покрытия, оставшиеся контрольные образцы распалубливают и хранят их до момента требуемых испытаний в нормальных условиях по ГОСТ 10180.

9.3.7 При выборе мест устройства скважин для замера температур подрядчику необходимо иметь в виду, что нужно обязательно контролировать процесс твердения бетона на контакте с опалубкой, на глубине, соответствующей максимальному разогреву бетона и в местах наиболее интенсивного остывания бетона (выступающие углы элементов и т.п.).

9.3.8 Проверка толщины защитного слоя относительно арматуры производится по ГОСТ 22904.

9.3.9 Объем укладываемого бетона, для которого должен быть выполнен отбор одной пробы бетонной смеси для изготовления контрольных образцов, составляет:

- 50 м<sup>3</sup> и каждого конструктивного элемента монолитных железобетонных конструкций, бетонируемых без перерывов (без рабочих швов) при объеме укладываемого бетона до 100 м<sup>3</sup>;
- при объеме от 100 м<sup>3</sup> до 175 м<sup>3</sup> – для каждых 75 м<sup>3</sup> бетона;
- при объеме от 175 до 250 м<sup>3</sup> бетона – для каждых 100 м<sup>3</sup> бетона;
- при объеме до 500 м<sup>3</sup> и более бетона для монолитных железобетонных конструкций, бетонируемых без перерывов (без рабочих швов), для каждых 250 м<sup>3</sup> по ГОСТ Р 53231.

Заказ партии не должен превышать по объему требуемого объема для бетонирования одной захватки монолитных конструкций.

При поставке готовой бетонной смеси от двух и более поставщиков, норму отбора проб устанавливают для объема бетонной смеси, поставляемой каждым поставщиком.

9.3.10 При контроле прочности бетона в готовой конструкции следует использовать ГОСТ Р 53231.

9.3.11 При возведении конструкций мостов и тоннелей из монолитного железобетона испытания неразрушающим методом проводятся по методике ГОСТ 22690 и ГОСТ 17624.

9.3.12 Все процедуры по контролю характеристик бетона должны быть письменно задокументированы.

## **10 Гарантии изготовителя**

Изготовитель самоуплотняющейся бетонной смеси гарантирует соответствие свойств приготовленных из них бетонов требованиям проектной документации и настоящих технических условий при соблюдении строительной организацией – потребителем условий транспортирования, укладки и выдерживания бетона, установленных в проектной документации и технологических регламентах на производство бетонных и опалубочных работ.

## **11 Требования безопасности**

При производстве работ по приготовлению самоуплотняющихся бетонных смесей, их транспортированию и укладке следует соблюдать требования СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [10] и СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство» [11], требования правил безопасной эксплуатации грузоподъемной техники, оборудования и оснастки, а также действующие на заводах и стройплощадках местные инструкции по охране труда и технике безопасности.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Документ о качестве бетонной смеси и бетона №**

Название организации-производителя \_\_\_\_\_

Адрес, телефон, факс производителя и поставщика \_\_\_\_\_

Вид бетонной смеси и ее условное обозначение \_\_\_\_\_

Удобоукладываемость у места укладки, см (с) \_\_\_\_\_

Сохраняемость подвижности, час-мин \_\_\_\_\_

Номер номинального состава бетонной смеси \_\_\_\_\_

Дата и время отгрузки бетонной смеси, час-мин \_\_\_\_\_

Класс бетона по прочности на сжатие, Мпа \_\_\_\_\_

Другие нормируемые показатели качества бетона (при необходимости) \_\_\_\_\_

Коэффициент вариации прочности бетона, % \_\_\_\_\_

Требуемая прочность, МПа \_\_\_\_\_

Наименование добавки, Масса (объем), кг (л) \_\_\_\_\_

Класс материалов по удельной эффективной  
активности естественных радионуклидов и цифровое  
значение  $A_{эфф}$ , Бк/кг \_\_\_\_\_

Наибольшая крупность заполнителя, мм \_\_\_\_\_

Выдан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Начальник цеха (мастер) \_\_\_\_\_  
Ф.И.О.

Начальник лаборатории \_\_\_\_\_  
Ф.И.О.

## Приложение Б (обязательное)

### Методы испытаний самоуплотняющихся бетонов, отсутствующие в ГОСТ 10181-2000

В соответствии с Европейскими рекомендациями по самоуплотняющемуся бетону (спецификация, производство и применение) применяются методы испытания самоуплотняющихся бетонных смесей, приведенные в таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 – Основные методы испытаний СУБ

Характеристика	Метод испытания	Измеряемый параметр
Подвижность/заполняющая способность	Рапływ конуса	Полный распływ
	Ящик Каджима	Визуальная степень заполнения
Вязкость	T500 (время расплыва при достижении диаметра 500 мм)	Время течения
	V – образная воронка	Время течения
	O – образная воронка	Время течения
	Oriment	Время течения
Способность преодолевать препятствия	Блокировочное кольцо	Степень прохождения
	L – образный ящик	Степень прохождения
	U – образный ящик	Разность по высоте
	J – кольцо	Высота шага, полный распływ
	Ящик Каджима	Визуальное преодоление препятствий
Устойчивость к расслаиванию <sup>1</sup>	Пенетрация	Глубина
	Просев через сито	Процент содержания цементного молока
	Осадочная колонна	Степень расслаивания

<sup>1</sup>Расслаиваемость (растворо- и водоотделения) бетонной смеси может определяться по ГОСТ 7473.

## Б.1 Испытание свежеприготовленной бетонной смеси на расплыв конуса

Б.1.1 Для проведения испытаний используют стандартный конус, плоскую плиту, на которую устанавливают конус, линейку длиной 1000 мм с намеченными делениями с интервалом 1 мм, утяжеляющее кольцо и секундомер с точностью измерения до 0,1 с.

Б.1.2 Плоская плита, на которую устанавливают конус, должна быть строго горизонтальной и иметь толщину не менее 2 мм.

Б.1.3 Центр плиты размечают двумя перекрещивающимися линиями и двумя кругами диаметром 200 и 500 мм (рисунок Б.1).

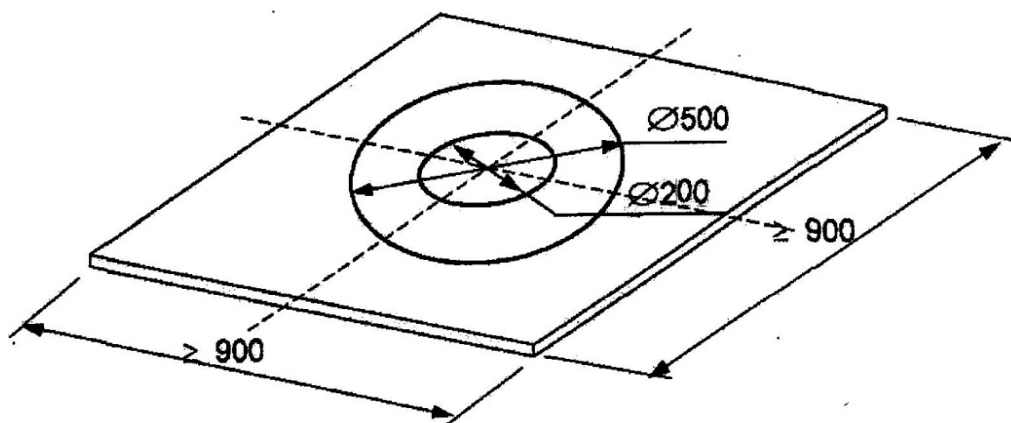


Рисунок Б.1 – Плита (основание) с разбивкой

Б.1.4 Испытания проводят в следующем порядке:

- подготавливают конус и основание к проведению испытаний;
- располагают конус на плите таким образом, чтобы нижним основанием он совпал с кругом диаметром 200 мм;
- заполняют конус свежеприготовленной бетонной смесью таким же образом, как и при испытании бетонной смеси на осадку конуса, при этом заполнение осуществляют без взбалтывания и уплотнения бетонной смеси, а лишь удаляют излишки на вершине конуса;
- оставляют заполненный конус в спокойном состоянии не более чем на 30 с. В это время удаляют пролитую на основание бетонную смесь и убирают излишек влаги;
- одним движением снимают конус по направлению вверх, не препятствуя расплыву бетонной смеси;
- если требуется определять время T500 (время, измеряемое от подъема конуса вверх до достижения смесью диаметра расплыва 500 мм), включают секундомер сразу же после отрыва конуса от плиты в любой точке и отмечают время с точностью до 0,1 секунды, когда бетонная смесь достигнет диаметра 500 мм;
- диаметр расплыва к этому времени измеряют с точностью до 10 мм;
- затем измеряют диаметр расплыва перпендикулярно ранее замеренному с точностью до 10 мм;
- визуально проверяют степень расслаивания расплывшейся бетонной лепешки. При большом расслаивании бетонной смеси результат испытания считается неудовлетворительным.

Б.1.5 В журнале испытаний указывают расслаивание, которое привело к неудовлетворительным результатам.

Б.1.6 Расплыв конуса – это средний диаметр  $d_{cp}$ , определенный с точностью до 10 мм.

Б.1.7 В отчете о проведении испытаний необходимо указать следующее:

- данные об испытываемом образце;
- место проведения испытаний;
- дата проведения испытаний;



- расплыв конуса с точностью до 10 мм;
- признаки расслоения бетонной смеси;
- время от завершения смешивания до проведения испытаний.

### Б.16 Определение степени прохождения через блокировочное кольцо

Для определения склонности к блокированию (способности преодолевать препятствия) СУБа используют кольцо (металлическое или пластмассовое) диаметром 300 мм, на одной стороне которого на равном расстоянии друг от друга закреплены гладкие металлические стержни круглого сечения (рисунок Б.16).

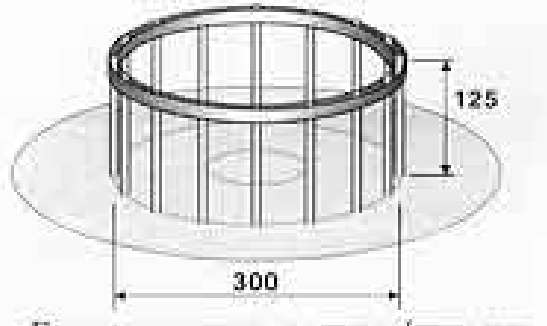


Рисунок Б.16 – Блокировочное кольцо для испытания способности СУБ преодолевать препятствия.

Длина металлических стержней диаметром 18 мм составляет 125 мм, считая от нижней кромки кольца. Количество гладких металлических стержней выбирают, руководствуясь таблицей Б.2, в зависимости от размера самой крупной фракции заполнителя.

*Т а б л и ц а Б.2* – Зависимость количества стержней блокировочного кольца в зависимости от размера зерен наибольшей фракции заполнителя.

№	Размер зерен наибольшей фракции заполнителя мм	Количество стержней
1	8 или 11,4	22
2	16 или 22	16

Испытания проводят в следующем порядке:

- подготавливают конус и основание к проведению испытаний;
- располагают конус на плите таким образом, как показано на рисунке Б.2б;
- заполняют конус свежеприготовленной бетонной смесью таким же образом, как и при испытании бетонной смеси на осадку конуса, при этом заполнение осуществляют без взбалтывания и уплотнения бетонной смеси, а лишь удаляют излишки на вершине конуса;
- оставляют заполненный конус в спокойном состоянии не более чем на 30 с. В это время удаляют пролитую на основание бетонную смесь и убирают излишек влаги;
- одним движением снимают конус по направлению вверх, не препятствуя расплыву бетонной смеси;
- если требуется определять время Т500 (время, измеряемое от подъема конуса вверх до достижения смесью диаметра расплыва 500 мм), включают секундомер сразу же после отрыва конуса от плиты в любой точке и отмечают время с точностью до 0,1 секунды, когда бетонная смесь достигнет диаметра 500 мм;
- измеряют диаметр расплыва после прохождения через блокировочное кольцо в мм.

Измеренные параллельно диаметры расплыва конуса без блокировочного кольца и с блокировочным кольцом для положительного результата испытания должны отличаться друг от друга на величину не более 30 мм.

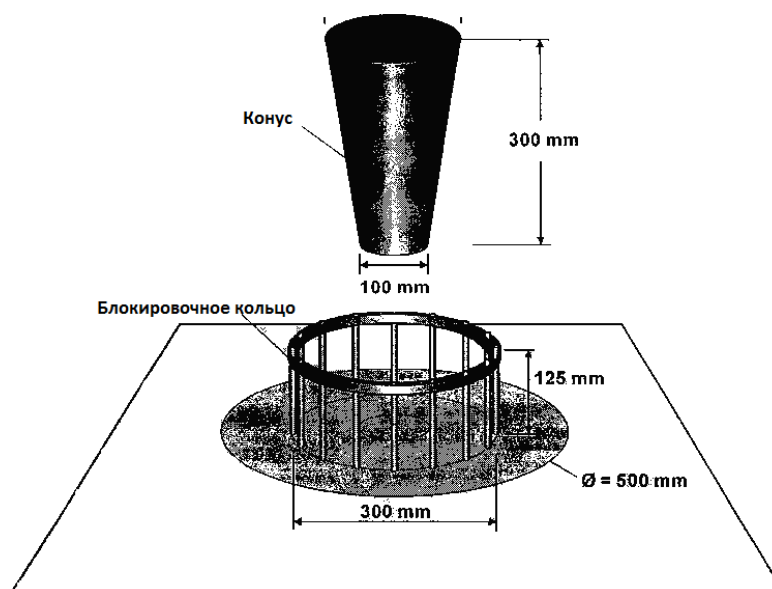


Рисунок Б.2б – Схема расположения конуса для испытания расплыва с блокировочным кольцом.

## Б.2 Испытание свежеприготовленной бетонной смеси с использованием V – образной воронки

Б.2.1 Испытание производится для оценки вязкости бетонной смеси и заполняющей способности самоуплотняющейся бетонной смеси. Испытание проводится при максимальном размере заполнителя не более 20 мм.

V – образная воронка имеет размеры, указанные на рисунке Б.2 (допустимое отклонение не более 1 мм), оснащена быстроразмыкающимся механизмом (водонепроницаемой заслонкой), расположенным в основании и поддерживается в таком положении, чтобы верх воронки находился в горизонтальной плоскости. V – образная воронка должна быть изготовлена из металла, поверхности её должны быть гладкими и не подвергаться коррозии.

Б.2.2 Кроме воронки необходимо иметь контейнер для испытываемого образца, имеющий объем больше объема воронки, но не менее 12 л, секундомер с точностью 0,1 с и линейку для срезания излишков смеси с вершины воронки.

Б.2.3 Перед проведением испытаний воронку и нижнюю заслонку очищают от грязи; увлажняют всю внутреннюю поверхность воронки и заслонки и закрывают заслонку.

Б.2.4 В воронку заливают бетонную смесь, не уплотняя её, удаляют излишек смеси сверху линейкой. Под воронкой помещают контейнер для стекающей бетонной смеси. Через  $(10 \pm 2)$  с после заполнения воронки открывают заслонку и измеряют время  $t_y$  с точностью до 0,1 секунды от открытия воронки до момента, когда можно заметить как вертикальный поток смеси через воронку протекает вниз, в контейнер,  $t_y$  – это время протекания через V – образную воронку.

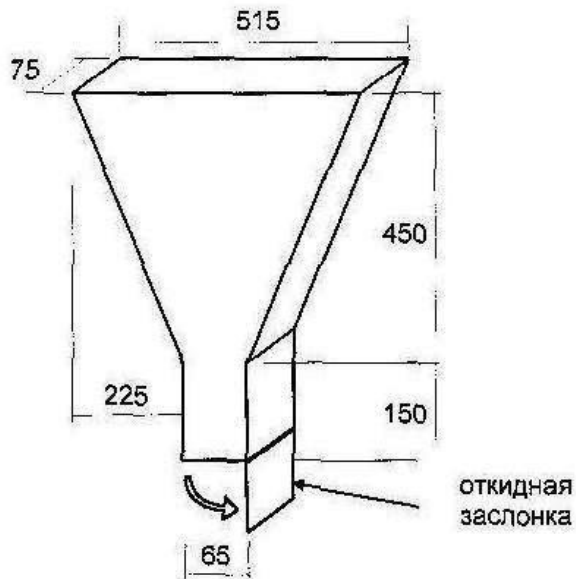


Рисунок Б.2 – V – образная воронка

Б.2.5 В отчете об испытании указывают сведения об образце:

- место проведения испытаний;
- дата проведения испытаний;
- время протекания бетонной смеси через V – образную воронку с точностью до 0,1 с;
- время от завершения смешивания до проведения испытаний;
- любое отклонение от методики проведения испытаний;
- можно указать температуру бетонной смеси во время испытания;
- продолжительность испытания.

### Б.3 Испытания свежеприготовленной бетонной смеси в L – образном ящике

Б.3.1 Эти испытания необходимы для оценки способности самоуплотняющейся бетонной смеси преодолевать препятствия при протекании через труднодоступные узкие места, включая зоны между арматурными стержнями, другие преграды без расслоения и потери однородности.

Б.3.2 Принцип испытания состоит в обеспечении горизонтального течения свежеприготовленной бетонной смеси отмеренного объема через промежуток между гладкими вертикально установленными арматурными стержнями и в измерении высоты смеси ( $H_1$  и  $H_2$ , на рисунке Б.3).

Б.3.3 Для испытания используют L – образный ящик, общий вид которого показан на рисунке Б.3, а размеры на рисунке Б.4. Ящик должен иметь жесткую конструкцию и гладкие плоские поверхности. Необходимо иметь вертикальную секцию (загрузочный бункер, желательно, съемный, с открывающейся снизу заслонкой).

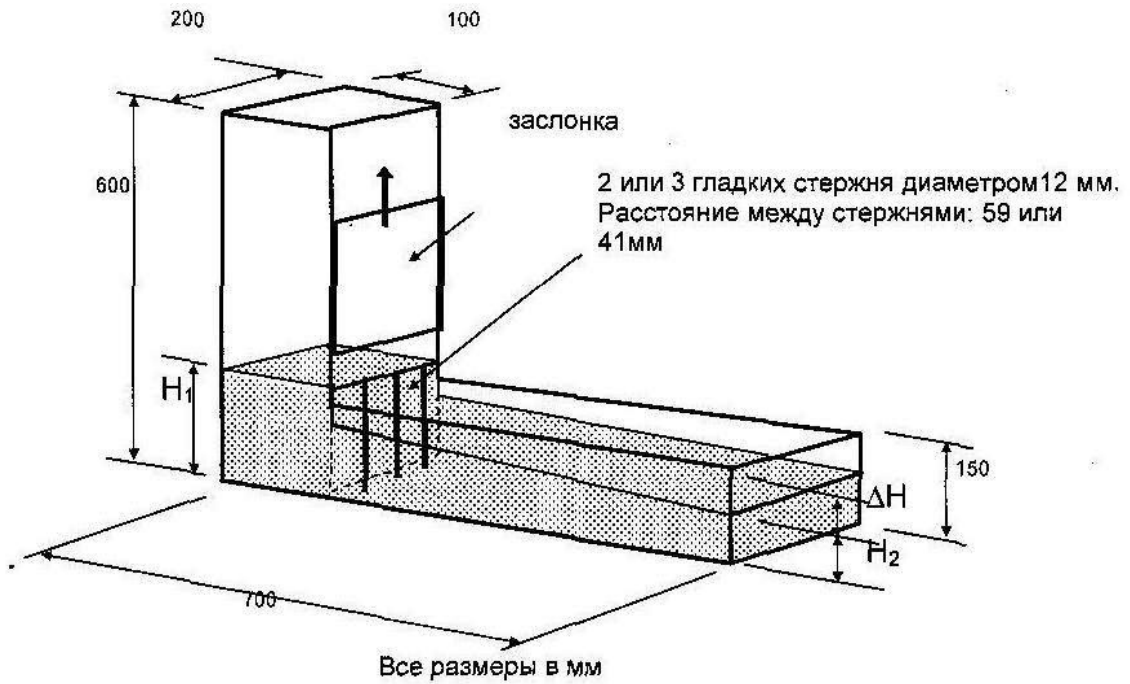


Рисунок Б.3 – Общий чертеж L – образного ящика

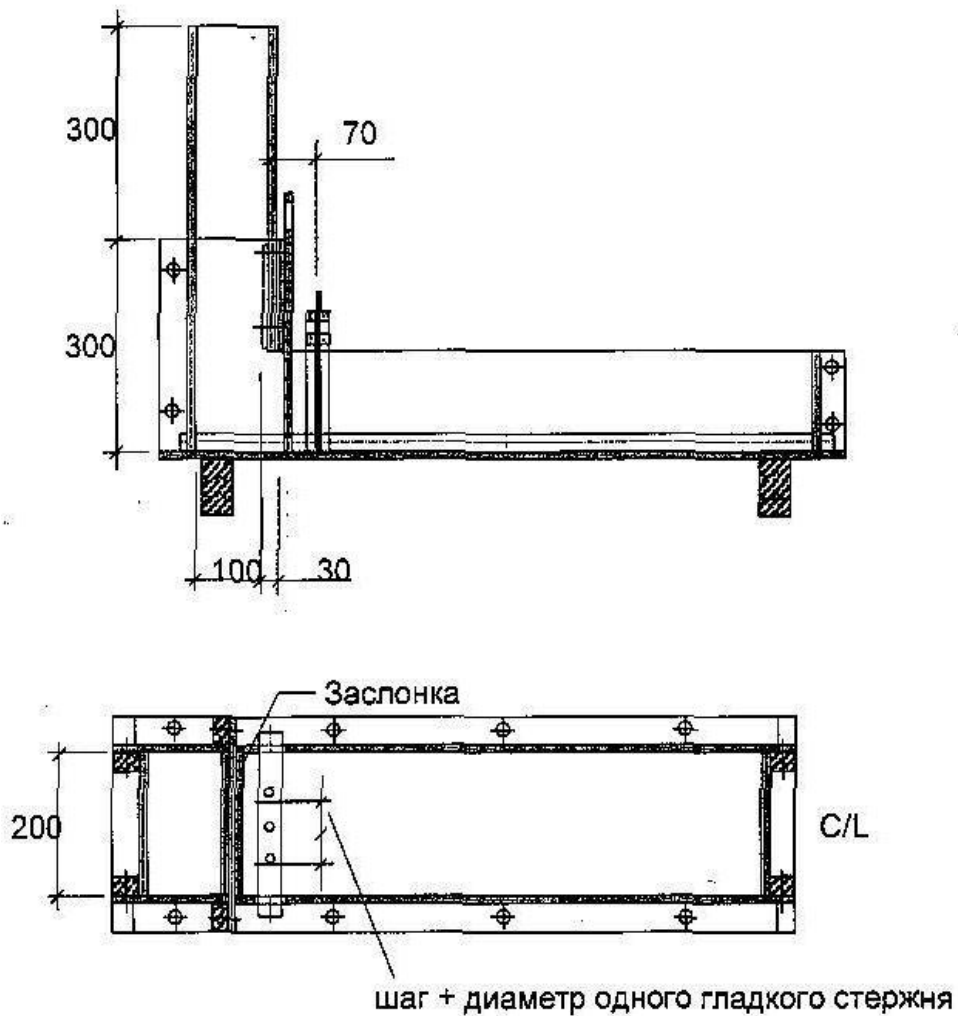


Рисунок Б.4 – Размеры и типовой проект L – образного ящика

Б.3.4 В сборных деталях, которые удерживают арматурные стержни, необходимо установить два гладких стержня диаметром 12 мм с шагом 59 мм для испытаний с двумя арматурными стержнями и три гладких стержня диаметром 12 мм с шагом 41 мм для испытания с

тремя стержнями. Эти сборные детали должны быть сменными. Они должны обеспечивать вертикальное расположение арматурных стержней на одинаковом расстоянии по ширине L – образного ящика.

Б.3.5 Кроме того необходимо иметь линейку, на которой нанесены деления от 0 до 30 см с интервалом 1 мм, например, для образца объемом не менее 14 л.

Б.3.6 Испытания осуществляют в порядке, указанном в пунктах Б.3.7 - Б.3.12.

Б.3.7 Устанавливают L – образный ящик на ровную горизонтальную поверхность.

Б.3.8 Закрывают заслонку, разделяющую вертикальную и горизонтальную секции.

Б.3.9 Заливают бетонную смесь в загрузочный бункер и оставляют её в покое на  $(60 \pm 10)$  секунд. Регистрируют любое расслаивание бетонной смеси. После этого поднимают заслонку для обеспечения её стекания в горизонтальную часть ящика.

Б.3.10 После окончания движения бетонной смеси измеряют высоту в конце горизонтальной секции L – образного ящика, между верхним краем и верхней частью горизонтального ящика в трех точках, равноудаленных друг от друга по ширине ящика. Эти три измерения, определяющие равную высоту горизонтальной секции ящика используют для вычисления средней глубины бетонной смеси  $H_2$  (мм).

Б.3.11 Такая же процедура проводится для вычисления глубины смеси непосредственно за заслонкой  $H_1$  (мм) в вертикальном секторе.

Б.3.12 Способность преодолевать препятствия (РА) вычисляют по формуле:

$$РА = H_2/H_1 \text{ (Б.1)}$$

#### **Б.4 Испытание свежеприготовленной бетонной смеси на устойчивость к расслаиванию путем просева через сито**

Б.4.1 Для проведения испытаний свежеприготовленной бетонной смеси на устойчивость к расслаиванию необходимо иметь следующее оборудование:

- сито из перфорированного листа с квадратными отверстиями размером 5x5 мм, диаметром каркаса 300 мм и высотой 40 мм, укомплектованное приемным резервуаром, с которого можно без труда снять сито, приподняв его вверх;

- взвешивающее устройство, имеющее плоскую платформу, которое может вместить приемный резервуар сита объемом не менее 10 кг, откалиброванное для измерения с дискретностью  $\leq 20$  г;

- контейнер для образца, изготовленный из пластмассы или металла, с внутренним диаметром  $(300 \pm 10)$  мм, вместимостью от 11 до 12 л, оснащенный крышкой.

Б.4.2 При проведении испытаний бетонной смеси на устойчивость к расслаиванию путем просеивания через сито следует руководствоваться следующей методикой:

- заполняют контейнер для образца бетонной смесью объемом  $(10 \pm 0,5)$  л и накрывают контейнер крышкой;

- заполненный контейнер устанавливают на ровное основание и не двигают его в течение  $(15 \pm 0,5)$  минут;

- проверяют, чтобы взвешивающее устройство находилось на ровной горизонтальной поверхности, и что оно не подвергается вибрации;

- помещают приемный резервуар без сита на устройство взвешивания и регистрируют его массу ( $W_p$ , г). Затем устанавливают сито на приемный резервуар и снова записывают массу;

- в конце периода покоя снимают крышку с контейнера для образца и фиксируют выступление (или отсутствие) воды на поверхности бетонной смеси. Пока сито и приемный резервуар находятся на взвешивающем устройстве, держа контейнер с образцом так, чтобы его верх был выше сита на  $(500 \pm 50)$  мм, быстро выливают бетонную смесь  $(4,8 \pm 0,2)$  кг, в т.ч. выступившую на её поверхности воду, в центр сита;

- записывают фактическую массу бетонной смеси ( $W_c$ , г) на сите;

- оставляют смесь на сите на  $(120 \pm 5)$  секунд, а потом снимают сито вверх, не взбалтывая его содержимое;

- регистрируют массу приемного резервуара с находящейся в нем бетонной смесью ( $W_{ps}$ , г);

- долю расслоения SR вычисляют по следующей формуле (полученный результат заносится в отчет с точностью до 1%):

$$SR = (W_{ps} - W_p) 100 / W_c, \% \text{ (Б.2)}$$

Б.4.3 На основании проведенных испытаний составляют отчет, который должен содержать следующие данные:

- идентификация испытательного образца;

- место проведения испытания;

- дата проведения испытания;

- наличие или отсутствие выступившей на поверхности воды после периода покоя, длившегося 15 минут;

- доля расслоения с точностью до 1%;

- время от завершения смешивания до проведения испытаний;

- любое отклонение от методики проведения, описанной выше.

Рекомендуется включать следующую информацию:

- температура бетонной смеси во время испытания;

- продолжительность испытания.

Б.5 При отсутствии сит с требуемыми размерами отверстий испытание свежеприготовленной смеси на расслаиваемость (растворо- и водоотделение) допускается производить по ГОСТ 10181, а оценка результатов испытания производить по ГОСТ 7473.

## Приложение В (справочное)

### Значения усадки и ползучести самоуплотняющегося бетона

В лаборатории «Прочность бетона и железобетона» НИЦ СМ ОАО ЦНИИС были проведены испытания нескольких составов СУБ с добавками BASF для определения деформаций усадки и ползучести.

По результатам испытаний для СУБ класса В40-В45 (с использованием в составе бетона золы уноса) предельное значение усадки равно  $\epsilon_{\text{ус}} = 584 \times 10^{-6}$ ; мера ползучести составляет  $40 \times 10^{-6}$  МПа (или  $4.03 \times 10^{-6} \text{ кг}^{-1}\text{см}^2$ ).

Для смарт-динамического бетона (SDC), (с использованием в составе бетона добавки RheoMATRIX 100 вместо мелкого наполнителя) класса В50 предельное значение усадки равно  $\epsilon_{\text{ус}} = 533 \times 10^{-6}$ ; мера ползучести составляет  $34 \times 10^{-6}$  МПа (или  $3.40 \times 10^{-6} \text{ кг}^{-1}\text{см}^2$ ).

### Библиография

- [1] Методические рекомендации по устройству оснований дорожных одежд из «тощего» бетона. Министерство транспорта РФ. Государственная служба дорожного хозяйства, М., 2003.
- [2] СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги.
- [3] СП 35.13330.2011 «СНиП 2.05.03-84\* Мосты и трубы».
- [4] СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры.
- [5] СП 52-102-2004 Предварительно напряженные железобетонные конструкции.
- [6] СП 46.13330.2011 «СНиП 3.06.04-91 Мосты и трубы».
- [7] Руководство по ремонту железобетонных конструкций транспортных сооружений с учётом обеспечения совместимости материалов, М., ЦНИИС, 2005.
- [8] ТУ5745-001-01386148-2010 Самоуплотняющиеся бетонные смеси для бетонов мостовых и тоннельных конструкций классов В30, В35, В40, В45 и В50 с использованием добавок на основе поликарбоксилатов, М., ЦНИИС, 2010.
- [9] ВНТП-1-90 «Ведомственные нормы технологического проектирования тепловой обработки мостовых железобетонных конструкций».
- [10] СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
- [11] СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.



---

ОКС 71.100

ОКП 574510

ОКП 249390

Ключевые слова: добавки для бетонов и растворов, суперпластификатор, плотность, определение эффективности, прочность, требования к материалам, упаковка, маркировка, приемка, методы контроля, транспортирование, хранение, области применения

---