

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ  
«РОССИЙСКИЕ  
АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»  
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ  
«АВТОДОР»)

Страстной б-р, д. 9, Москва, 127006  
тел.: +7 495 727 11 95, факс: +7 495 784 68 04  
<http://www.russianhighways.ru>,  
e-mail: [info@russianhighways.ru](mailto:info@russianhighways.ru)

22.12.2016 № 14664-ТТ

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Генеральному директору  
ЗАО «Институт материаловедения и  
эффективных технологий»  
(ЗАО «ИМЭТ»)

М.Я. Бикбау

127521, г. Москва,  
17-й проезд Марьиной рощи, д. 9

Уважаемый Марсель Янович!

Рассмотрев доработанные материалы, представленные Вашим письмом от 02.12.2016 № 29-Р/16, согласовываем стандарт организации ЗАО «ИМЭТ» СТО 66331738-002-2016 «Крупнопористый цементобетон КАПСИМЭТ с дренирующим эффектом для дорожного строительства. Общие положения» (далее – проект СТО) для опытно-экспериментального применения на объектах Государственной компании сроком на один год с даты настоящего согласования.

По истечении указанного срока необходимо направить в наш адрес аналитический отчет с результатами мониторинга и оценкой применения технологии и материалов в соответствии с требованиями согласованного СТО на объектах Государственной компании и прочих объектах.

Обращаем внимание на необходимость соблюдения требований технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011), в том числе в части обязательных требований к дорожно-строительным материалам и изделиям. Перечень дорожно-строительных материалов, подлежащих подтверждению соответствия в форме декларирования соответствия, указан в Приложении 1 к ТР ТС 014/2011. При производстве продукции по стандартам организации, представляемым на согласование, необходимо при выборе сырья учитывать наличие у такого материала декларации о соответствии ТР ТС 014/2011.

Контактное лицо: заместитель директора Департамента проектирования, технической политики и инновационных технологий Ильин Сергей Владимирович, тел. (495) 727-11-95, доб. 33-07, e-mail: [S.Iliyn@russianhighways.ru](mailto:S.Iliyn@russianhighways.ru).

Первый заместитель председателя правления  
по технической политике



И.А. Урманов

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ  
И МЕТРОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ИНСТИТУТ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

**СТО 66331738 – 002 – 2016**

**КРУПНОПОРИСТЫЙ ЦЕМЕНТОБЕТОН КАПСИМЭТ  
С ДРЕНИРУЮЩИМ ЭФФЕКТОМ ДЛЯ ДОРОЖНОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА  
Общие положения**

**Москва 2016**

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации - ГОСТ Р 1.0-2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН Закрытым Акционерным Обществом «Институт материаловедения и эффективных технологий» (ЗАО «ИМЭТ»), г. Москва (докт. хим. наук М.Я. Бикбау, канд. техн. наук И.А.Илясова, инж. А.Н.Казанкин, инж. В.Н.Панафидин, инж. Д.В.Еременко, канд. техн. наук А.К.Чухаев).
2. ВНЕСЁН Закрытым Акционерным Обществом «Институт материаловедения и эффективных технологий» (ЗАО «ИМЭТ»)
3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Генерального директора ЗАО «ИМЭТ» 02 декабря 2016г.

В настоящем стандарте реализованы нормы Федерального закона от 27 декабря 2002г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а также правила применения национальных стандартов РФ согласно ГОСТ Р 1.0-2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Стандарт разработан при использовании и сохранении основных положений: ГОСТ Р 1.0-2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения», ГОСТ 1.5-2001 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению,

изложению, оформлению, содержанию и обозначению», ГОСТ Р 1.5-2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения», ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения» и ОДМ 218.1.002-2010 «Рекомендации по организации и проведению работ по стандартизации в дорожном хозяйстве».

При разработке данного стандарта организации применен патент РФ № 2 248 953 на изобретение «Способ изготовления крупнопористого бетона на плотных заполнителях», 2003г. Патентообладатель – Закрытое акционерное общество «ИМЭТСТРОЙ» (ЗАО «ИМЭТСТРОЙ»).

**ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.**

*Примечание - Информация об изменениях к настоящему стандарту размещается в информационной системе общего пользования на официальном сайте ЗАО «ИМЭТ» в сети Интернет.*

*При составлении настоящего стандарта организации учтены рекомендации европейского стандарта EN 197 – 1.*

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	2
3 Термины и определения .....	5
4 Классификация .....	5
5 Общие положения .....	7
5.1. Характеристики крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ .....	7
5.2. Требования к составам бетонных смесей для приготовления дренирующего, крупнопористого бетона КАПСИМЭТ .....	9
5.3 Приготовление бетонной смеси .....	12
5.4 Укладка крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ. Транспортирование материала .....	15
6 Требования безопасности .....	18
7 Требования охраны окружающей среды .....	19
8 Правила приемки .....	19
9 Оценка соответствия .....	20
10 Указания по применению .....	22
Приложение А (справочное) Расход цемента различных классов и характеристики крупнопористых дренирующих бетонов КАПСИМЭТ .....	23
Приложение Б (справочное) Оборудование для капсуляции крупного заполнителя .....	24
Приложение В (обязательное) Декларация соответствия .....	29
Библиография .....	30

## Введение

Стандарт организации СТО 66331738 – 002 – 2016 разработан в связи с использованием научно-технического решения, позволяющего применить цементобетон для изготовления бетонного основания дорожной одежды в виде крупнопористого дренирующего цементобетона на плотных заполнителях.

Крупнопористый дренирующий цементобетон КАПСИМЭТ\* может быть использован для строительства дренажных систем для отвода талых и дождевых вод скапливающихся на поверхности и отмошке автомобильной дороги, при противооползневых мероприятиях, для укрепления откосов земляных сооружений в зоне выхода фильтрационных вод.

*Примечание - \* Название КАПСИМЭТ дано материалу, изделиям и технологии производства с желанием отражения основного технологического приема – капсуляции в сочетании с названием института, изобретателем технологии и оборудования Генеральным директором ОАО «Московский ИМЭТ» Бикбау М.Я. в 1990 году.*

---

**Крупнопористый цементобетон КАПСИМЭТ  
с дренирующим эффектом для дорожного строительства  
Общие положения**

---

Дата введения **02.12.2016**

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт организации (СТО) распространяется на цементобетон крупнопористый, дренирующий на плотных заполнителях, капсулированных цементным или цементно-песчаным молочком для строительства бетонного основания дорожных одежд при строительстве автомобильных дорог, а также звукопоглощающих ограждений.

Крупнопористый, дренирующий цементобетон может быть использован также для строительства дренажных систем для отвода талых и дождевых вод, скапливающихся на поверхности и отмошке автомобильной дороги, при противооползневых мероприятиях, для укрепления откосов морских берегов и берегов водоемов, строительства фильтрующих воду подпорных стенок различных дорожных и гидротехнических, в том числе земляных сооружений в виде дамб и плотин.

Крупнопористый, дренирующий цементобетон относится к легким бетонам, имеющим в составе плотные крупные заполнители с плотностью материала в пределах от 1600 до 2000 кг/м<sup>3</sup> и коэффициентом фильтрации воды в пределах от 0,25 до 2,0 см/сек.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте организации использованы ссылки на следующие стандарты и нормативно-техническую документацию:

ТР ТС 014/2011 ТР Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог»

EN197–1:2000+A 1:2004 Цемент. Часть 1. Состав, технические требования и критерии соответствия общих цементов.

ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 17.2.3.02-2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия.

ГОСТ 8267-93 Щебень из природного камня 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 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 10060 - 2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости

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

ГОСТ 10181 - 2014 Смеси бетонные. Методы испытания

ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Методы определения плотности

ГОСТ 12730.2-78 Бетоны. Методы определения влажности

ГОСТ 12730.3-78 Бетоны. Методы определения водопоглощения

ГОСТ 12730.4-78 Бетоны. Методы определения показателей пористости



- ГОСТ 13015-2012 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения
- ГОСТ 17624-2012 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности
- ГОСТ 18105 – 2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности
- ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля
- ГОСТ 23732 - 2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия
- ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия
- ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования
- ГОСТ 25584-90 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации
- ГОСТ 25820-2014 Бетоны лёгкие. Технические условия
- ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава
- 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 30515 - 2013 Цементы. Общие технические условия
- ГОСТ 32703 – 2014 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и гравий из горных пород. Технические требования
- ГОСТ 32826 – 2014 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и песок шлаковые. Технические требования
- ГОСТ 33174-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Цемент. Технические требования

СТО 66331738 – 002 – 2016

ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных  
дорог

СП 34.13330.2012 Свод правил. Автомобильные дороги.  
Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\*

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

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

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

СП 78.13330.2012 Свод правил. Автомобильные дороги.  
Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85

СП 131.13330.2012 Свод правил. Строительная климатология.  
Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*

ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд  
Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных  
одежд (взамен ВСН 197-91) Москва 2004

СТО НОСТРОЙ 2.25.103-2013. Устройство водоотводных и дренажных  
систем при строительстве автомобильных дорог и мостовых сооружений

ОДМ 218.3.037-2014 Рекомендации по контролю прочности  
цементобетона покрытий и оснований автомобильных дорог по образцам

СТО 66331738-001-2013 Наноцемент общестроительный. Технические  
условия

Национальный предстандарт РФ 19-2014 Портландцемент  
наномодифицированный. Технические условия

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте организации применены следующие термины с соответствующими определениями:

- **Крупнопористый цементобетон** - разновидность легкого бетона, в котором крупный заполнитель (гравий или щебень) скреплен небольшим количеством цементного или цементно-песчаного раствора, который, обволакивая тонким слоем зерна крупного заполнителя, не заполняет межзерновую пустотность. Структура дренирующего, крупнопористого цементобетона – КАПСИМЭТ характеризуется зернистым строением и открытой непрерывной (сквозной) пористостью с высокой фильтрующей способностью.

- **Портландцемент основной** - вяжущий материал применяемый в строительстве автомобильных дорог, производимый в Российской Федерации по ГОСТ 33174-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Цемент. Технические требования

- **Портландцемент наномодифицированный** - производимый в Российской Федерации по национальному предстандарту РФ 19-2014 Портландцемент наномодифицированный. Технические условия

### 4 Классификация

4.1. В зависимости от назначения дренирующий, крупнопористый цементобетон (бетон) подразделяется на:

- теплоизоляционный;
- конструкционно-теплоизоляционный;
- фильтрационный (дренирующий);
- звукопоглощающий.

Основными требованиями к свойствам бетона в зависимости от его назначения являются:

для теплоизоляционного - ограничение теплопроводности и объемной массы;

для конструктивно-теплоизоляционного - то же, и обеспечение необходимой прочности;

для фильтрационного (дренирующего) - обеспечение необходимых прочности, фильтрационно-суффозионных свойств и долговечности;

для звукопоглощающего - обеспечение необходимых акустических характеристик.

Класс фильтрационного (дренирующего) бетона определяется по прочности на сжатие в возрасте 28 суток твердения в нормальных условиях, а также морозостойкости.

Крупнопористый дренирующий бетон КАПСИМЭТ отличается высокой суффозионной механической и химической устойчивостью - сохранением частицами материала своего первоначального положения при воздействии на них фильтрационного потока с исключением отрыва и перемещения отдельных его частиц и целых агрегатов внутри пор или трещин.

4.2. Основным показателем фильтрационного (дренирующего) бетона КАПСИМЭТ является, в отличие от ГОСТ 25820-2014, предусматривающего водонепроницаемость легких крупнопористых бетонов, классифицирующихся марками от W2 до W12, способность дренирующего бетона КАПСИМЭТ характеризоваться водопроницаемостью и пропускать через массив воду с высокой скоростью для реализации дренажа различных конструкций. Фильтрующая способность дренирующих бетонов варьируется в пределах от 0,25 см/сек до 2,0 см/сек и для обозначения подклассов разделяется на 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0.

4.3 Класс бетонов устанавливают в соответствии с нормами проектирования и указывают в проектной и технологической документации.

Свойства бетона должны отвечать требованиям рабочей документации, государственных стандартов или технических условий на изготовление изделий и конструкций. Требуемые свойства обеспечиваются выбором соответствующих материалов и оптимизацией технологии по критерию наибольшей технико-экономической эффективности.

4.4. Крупнопористый, дренирующий цементобетон КАПСИМЭТ для гидротехнического, дорожного строительства применяется в неармированных элементах конструкций. Армирование допускается только конструктивное при условии соблюдения требований защиты армирующих элементов, стальных сеток от коррозии.

4.5. Обозначение дренирующего, крупнопористого цементобетона в документах должно включать:

- наименование бетона;
- класс прочности на сжатие и изгиб;
- фильтрующую способность;
- указание настоящего стандарта организации.

Пример условного обозначения бетона прочностью на сжатие 10 МПа, на изгиб 2,7 МПа и фильтрующей способностью 1 см/сек:

**КРУПНОПОРИСТЫЙ БЕТОН В<sub>др</sub> 10/2,7 - 1,0 СТО 66331738 – 002 – 2016**

## **5 Общие положения**

### **5.1. Характеристики крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ**

Основной характеристикой крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ является способность к пропусканию воды с весьма высокой скоростью, в отличие, например от дисперсных кварцевых песков. Такие определения коэффициента фильтрации воды выполняются по ГОСТ 25584 –

90. Так для песков коэффициент фильтрации по указанному ГОСТ варьируется от 0,001 до 0,01 см/сек.

Коэффициент фильтрации крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ, определенный по методике ГОСТ 25584 - 90 варьируется в пределах от 0,25 см/сек до 2,0 см/сек.

Заданные характеристики качества бетона для подтверждения соответствия бетона базовым требованиям безопасности сооружений, предусмотренным «Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений» ФЗ № 384 от 30.12.2009г., приведены в табл.1.

Таблица 1

## Характеристики дренирующего бетона

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	Диапазон его изменения
1	Прочность при сжатии, МПа	5 - 25
2	Прочность при изгибе, МПа	2 - 4
3	Коэффициент фильтрации, см/сек	0,25 – 2,0
4	Морозостойкость, циклы	100 - 400
5	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	1500 - 2000

## **5.2. Требования к составам бетонных смесей для приготовления дренирующего, крупнопористого бетона КАПСИМЭТ**

5.2.1 Требования настоящего стандарта организации следует соблюдать при разработке технологической документации на конструкции из дренирующего, крупнопористого бетона КАПСИМЭТ.

5.2.2 Бетонная смесь для приготовления дренирующего, крупнопористого бетона КАПСИМЭТ должна соответствовать требованиям ГОСТ 7473-2010. Состав бетона подбирается в заводской или строительной лаборатории, исходя из необходимости удовлетворения проектных требований к свойствам бетона при минимальном расходе цемента. Состав бетона необходимо систематически корректировать в соответствии с результатами испытаний контрольных образцов.

5.2.3 В качестве заполнителей для дренирующего крупнопористого бетона КАПСИМЭТ используют природные гравий или щебень.

5.2.4 Гравий из плотных горных пород, применяемый в качестве заполнителя для крупнопористого бетона, должен удовлетворять требованиям ГОСТ 8269.0-97 и ГОСТ 26633-2012.

5.2.5 Щебень из плотных горных пород, применяемый в качестве заполнителя для крупнопористого бетона, должен удовлетворять требованиям ГОСТ 8269.0-97 и ГОСТ 26633-2012.

5.2.6 Выбор заполнителя (гравия или щебня) следует производить, исходя из местных условий и экономической целесообразности. При этом необходимо учитывать следующее: крупнопористый бетон на гравии может быть получен при меньшем расходе цемента, чем крупнопористый бетон такой же прочности на щебне, бетон на щебне обладает меньшей объемной массой и более высоким значением коэффициента фильтрации, чем равнопрочный крупнопористый бетон на гравии.

Крупный заполнитель следует применять, как правило, однофракционный: 5 - 10, 10 - 20 или 20 - 40 мм. Допускается также применять заполнители смешанных фракций или иного зернового состава, например, 2,5 - 10; 5 - 20 мм. Наибольшая крупность зерен заполнителя не должна превышать  $1/4$  наименьшего размера сечения бетонируемой конструкции. При выборе зернового состава заполнителя следует исходить из того, что в крупнопористом дренирующем бетоне КАПСИМЭТ влияние заполнителя на свойства готового материала больше, чем в обычном легком бетоне: в частности, чем крупнее заполнитель, тем крупнее поры бетона. Для дренирующего бетона крупность пор следует назначать в зависимости от фильтрационно-суффозионных требований.

Расход крупного заполнителя в крупнопористом, дренирующем бетоне КАПСИМЭТ не зависит от расхода цемента и соответствует объемной насыпной массе заполнителя в уплотненном состоянии (для различных видов заполнителей это составляет 1,05 - 1,15 объемной насыпной массы).

Прочность крупнопористого бетона пропорциональна площади контактов, образующихся при уплотнении бетонной смеси за счет вытеснения цементного теста, обволакивающего зерна заполнителя при их сближении, поэтому она пропорциональна толщине обволакивающей заполнитель пленки цементного теста.

Используемые в качестве заполнителей для крупнопористого бетона другие природные или искусственные материалы, а также отходы промышленности должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов или технических условий.

Заполнители можно применять как в сухом, так и во влажном (после промывки или обогащения в водной среде) состоянии.

Назначения и регулирования крупности пор в дренирующем бетоне производится по результатам подбора состава бетонной смеси в лабораториях.



5.2.7 Для получения крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ требуемого коэффициента фильтрации и прочности при минимальном расходе цемента необходимо пользоваться Приложением А.

5.2.8 Радиационно-гигиеническая оценка содержания естественных радионуклидов для всех видов плотных заполнителей обязательна и определяется по ГОСТ 30108 - 94.

Удельная эффективная активность естественных радионуклидов  $A_{эфф}$  в плотных заполнителях, применяемых для приготовления бетонной смеси, не должна превышать 740 Бк/кг.

5.2.9 В качестве вяжущего для приготовления крупнопористого бетона используют портландцемент, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 33174-2014 или «Портландцемент наномодифицированный. Технические условия» в соответствии с требованиями национального предстандарта РФ 19 – 2014. Указанные вяжущие могут содержать измельченный кварцевый песок в соотношении с цементом от 1 : 0,5 до 1 : 2.

5.2.10 Оптимальный расход цемента в дренирующем бетоне КАПСИМЭТ приведен в Приложении А.

Толщина пленки цементного или цементно-песчаного раствора, обволакивающего зерна заполнителя в крупнопористом бетоне КАПСИМЭТ, зависит от расхода цемента и воды и определяется вязкостью цементного раствора. В практике производства бетонных смесей КАПСИМЭТ с применением разработанного оборудования (Приложение Б) она составляет доли, что объясняет низкий расход вяжущего. Вязкость цементного или цементно-песчаного раствора определяется его водоцементным отношением и водопотребностью используемого цемента. Ее можно регулировать посредством введения пластифицирующих добавок.

Цементный или цементно-песчаный раствор удерживается на поверхности зерен заполнителя в виде стабильной пленки, что является условием сохранения однородности и нерасслаиваемости бетонной смеси в процессе ее транспортирования, укладки и уплотнения.

Расход цементного или цементно-песчаного раствора по объему на 1 м<sup>3</sup> крупнопористого бетона КАПСИМЭТ определяется как произведение толщины обволакивающей пленки на суммарную поверхность зерен заполнителя. Чем крупнее заполнитель и меньше его удельная поверхность, тем меньше расход цемента. Однако прочность дренирующего бетона при этом соответственно уменьшается в связи с уменьшением числа контактов между зернами заполнителя, приходящихся на единицу площади сечения бетона.

Прочность крупнопористого бетона на основе одних и тех же материалов пропорциональна величине расхода цемента.

5.2.11 Вода для затворения бетонной смеси должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732 - 2011.

5.2.12 Для повышения качества дренирующего бетона КАПСИМЭТ и снижения расхода цемента рекомендуется применять химические добавки в соответствии с ГОСТ 24211-2008. В дренирующих, крупнопористых бетонах на плотных заполнителях применение пластифицирующих добавок при уменьшении В/Ц смеси позволяет при том же расходе цемента повысить прочность бетона в среднем на 15 %. При применении наноцементов пластифицирующие добавки можно исключить.

### **5.3 Приготовление бетонной смеси**

5.3.1 Для крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ на плотных заполнителях бетонную смесь необходимо приготавливать в центробежном смесителе – капсуляторе.

При поточном производстве крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ рекомендуется его приготовление в разработанном смесителе-капсуляторе непрерывного действия.

5.3.2 Материалы в смеситель-капсулятор непрерывного действия рекомендуется подавать в двух потоках:

- крупный заполнитель необходимой фракции;
- цементный или цементно-песчаный раствор с В/Ц от 0,3 до 0,4 на основе цементно - песчаных смесей, исходя из расхода такой смеси 120-140 кг на куб м крупного заполнителя при соотношении цемента и песка от 1:0,5 до 1 : 2.

Дозировка цемента и воды - выполняется с точностью  $\pm 2\%$ ; гравия или щебня плотных пород, песка - по массе с точностью  $\pm 2\%$  или по объему с точностью  $\pm 3\%$ .

5.3.3. Особенности приготовления КАПСИМЭТ в капсуляторах-смесителях различной конструкции приведены в Приложении Б.

5.3.4. Цементный или цементно-песчаный раствор при приготовлении бетонной смеси должен равномерно распределяться по всей поверхности заполнителя, образуя прочную оболочку – капсулу. Заплывание межзерновых пустот заполнителя раствором не допускается. Расходы цемента, заполнителей и воды следует уточнять пробными замесами с изготовлением из них контрольных образцов (кубов). При этом подобранный состав должен обеспечить не расслаиваемость бетонной смеси.

Водоцементное отношение бетонной смеси для приготовления крупнопористого дренирующего бетона следует поддерживать в пределах 0,3 – 0,4. Недостаточное содержание воды в большей степени сказывается на уменьшении прочности, чем его превышение.

5.3.5. В случае отсутствия у строительной организации капсуляторов-смесителей допускается в порядке исключения применение стандартных бетоносмесителей. В этом случае бетонные смеси КАПСИМЭТ производятся с более высоким на 10 – 15 % расходом цемента и крупнопористые дренирующие бетоны КАПСИМЭТ получают с более низкой фильтрационной способностью.

5.3.6 Подбор состава крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ рекомендуется вести на основе опытных замесов в лаборатории в следующей последовательности:

а) приготовить и хорошо перемешать в лабораторной растворомешалке цементный или цементно-песчаный раствор с одним из значений В/Ц, лежащим в пределах от 0,3 до 0,4 ;

б) смешать цементный или цементно-песчаный раствор с заполнителем в лабораторном смесителе в соотношении к 1 объему щебня – от 0,15 до 0,25 объема приготовленного раствора. Оптимальное количество раствора определяется визуально по отсутствию интенсивного стекания избыточного количества раствора при помещении приготовленной порции бетонной смеси на наклонной поверхности лабораторного противня с обязательной оценкой полноты покрытия каждой частички крупного заполнителя раствором;

в) подвижность бетонных смесей для крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ определяется по осадке конуса по ГОСТ 10181 – 2014. Оптимальные значения подвижности бетонных смесей для крупнопористого бетона КАПСИМЭТ варьируется в пределах осадки конуса от 10 до 20 см.

г) приготовленную бетонную смесь поместить в стандартные формы образцов кубов ( 15 x 15 x 15 ) см и образцов призм ( 15 x 15 x 60 ) см с уплотнением бетона в формах штыкованием и выдерживанием образцов в условиях нормального твердения с испытанием в сроки, предусмотренные ГОСТ 10180 – 2012.

Правильно подобранная по составу и тщательно приготовленная бетонная смесь для КАПСИМЭТ характеризуется равномерным обволакиванием зерен заполнителя цементным или цементно-песчаным раствором, отсутствием стекания раствора с зерен заполнителя в уложенной бетонной смеси, нерасслаиваемостью при ее укладке.

5.3.7 Повышение расхода цемента лишь незначительно снижает водопроницаемость дренирующего бетона КАПСИМЭТ. Регулируя зерновой состав заполнителя подбирается коэффициент фильтрации в пределах 0,5 – 2 см/сек.

Крупнопористые, дренирующие цементобетоны КАПСИМЭТ практически не имеют усадки, ввиду весьма малого содержания цементного камня, морфологически расположенного в виде тонких (толщиной в десятые доли мм) сплошных оболочек-капсул на поверхностях омоноличенных в единый массив зерен крупного заполнителя.

#### **5.4 Укладка крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ. Транспортирование материала**

5.4.1 Бетонная смесь для крупнопористого дренирующего бетона весьма подвижна и легко уплотняется в единый массив дорожного основания строительной техникой.

5.4.2 Транспортирование и укладка бетонной смеси для приготовления КАПСИМЭТ должны производиться способами, не допускающими ее расслоения, отека и перераспределения в ней цементного раствора в самосвалах или автобетоносмесителях. Укладку крупнопористого бетона КАПСИМЭТ производить бетоноукладчиком с выравниванием поверхности.

5.4.3 К укладке приготовленной бетонной смеси (особенно в условиях повышенной температуры воздуха и при ветре) следует приступать не позднее, чем через 30 мин после ее приготовления. Обезвоживание цементного теста ведет к снижению его пластичности, ухудшению условий формирования контактов между зернами заполнителя при укладке бетонной смеси и к снижению прочности бетона.

Указанный период сохранения свойств бетонной смеси для приготовления КАПСИМЭТ может быть увеличен до 2 – 3 часов при

условии помещения смеси в закрытый объем, в котором будет обеспечено отсутствие испарения и потери материалом влаги с поверхности зерен крупного заполнителя. В этом случае перед укладкой бетона обязательно его интенсивное перемешивание в течение 2 - 3 минут.

5.4.4 В уплотнении бетонной смеси КАПСИМЭТ виброобработкой нет необходимости. Твердение бетона осуществляют в естественных условиях. Как при транспортировке, так и твердении бетона необходимо предусматривать меры по предотвращению его преждевременного высыхания: свежеложенный бетон следует укрывать влагосодержащим материалом или полимерной пленкой.

5.4.5 Распалубка вертикальных поверхностей монолитных конструкций из крупнопористого дренирующего бетона, твердеющих в естественных условиях при температуре 15 - 20°С или выше, допускается не ранее, чем через 1 сут после укладки. При более низких температурах воздуха время распалубки уточняется опытным путем при достижении образцов КАПСИМЭТ прочности на сжатие не менее 5 МПа. Распалубка горизонтальных поверхностей и нагружение конструкций из крупнопористого бетона допускается в сроки, обеспечивающие соответствующую контролируемую прочность.

5.4.6 Рост прочности крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ на плотных заполнителях зависит от интенсивности твердения входящего в его состав цементного камня. Поэтому все факторы, ускоряющие твердение цементного камня (наноцемент, добавки, термообработка), в равной мере способствуют ускорению процесса твердения бетона. Режим тепловлажностной обработки должен быть таким, чтобы обеспечить не менее 70 % его марочной прочности. Период подъема температуры при тепловой обработке (пропаривании) крупнопористого бетона с учетом его высокой паропроницаемости может быть сокращен по сравнению с принятыми для других видов легких бетонов режимами.

5.4.7 При зимнем бетонировании, при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5 °С и минимальной суточной температуре ниже 0°С необходимо принимать специальные меры по теплоизоляции и выдерживанию уложенного бетона в конструкциях и сооружениях.

Приготовление бетонной смеси КАПСИМЭТ на строительной площадке следует производить в обогреваемых бетоносмесительных установках, применяя противоморозные добавки, подогретую воду, оттаянные или подогретые заполнители, обеспечивающие получение бетонной смеси с температурой не ниже требуемой по расчету. Допускается применение не отогретых сухих заполнителей, не содержащих наледи на зернах и смерзшихся комьев. При этом продолжительность перемешивания бетонной смеси рекомендуется увеличить не менее чем на 25% по сравнению с летними условиями.

Температурно-влажностное выдерживание бетона в зимних условиях производят способом термоса и с добавлением в смеси противоморозных добавок. Укладываемая в конструкцию бетонная смесь не должна содержать частиц льда, снега и смерзшихся комьев материала.

Бетонную смесь с противоморозными добавками укладывают в конструкции и уплотняют, соблюдая общие правила укладки. Поверхность бетона, не защищенную опалубкой, укрывают во избежание вымораживания влаги. Бетон выдерживают под укрытием до получения не менее 30 % марочной прочности.

5.4.8 Бетонные смеси КАПСИМЭТ доставляют потребителю транспортом специализированных видов, предназначенных для перевозки бетонных смесей. Допускается транспортировать бетонные смеси КАПСИМЭТ автосамосвалами, с укрытием бетона от испарения влаги. Максимальная продолжительность транспортирования бетонной смеси не должна быть более времени сохраняемости ее свойств. Применяемые способы транспортирования бетонных смесей должны исключать

возможность попадания в них атмосферных осадков, нарушения однородности, потери цементного раствора.

В процессе транспортирования и перед укладкой введение в бетонную смесь для укладки бетона КАПСИМЭТ дополнительного количества компонентов (цемента, заполнителей, воды и добавок) не допускается.

Бетонную смесь с противоморозными добавками можно транспортировать в неутепленной таре. Предельная продолжительность транспортирования и допустимый срок укладки бетонной смеси зависят от допустимых величин потери подвижности, их устанавливает строительная лаборатория.

## **6 Требования безопасности**

6.1. Крупнопористый дренирующий бетон КАПСИМЭТ по степени воздействия на организм человека является материалом безопасным и в соответствии с классификацией по ГОСТ 12.1.007 относится к 4 классу опасности.

6.2. В период изготовления изделий и конструкций, а также строительства и эксплуатации сооружений из крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ не должны выделяться во внешнюю среду вредные вещества в количествах, превышающих действующие санитарно-гигиенические нормы [3], [4].

6.3. Предельно допустимая концентрация (ПДК) цементной пыли в воздухе рабочей зоны для портландцемента и наноцемента общестроительного всех типов не должна превышать  $6 \text{ мг/м}^3$ .



## **7 Требования охраны окружающей среды**

7.1. При транспортировании исходных материалов для изготовления крупнопористого дренирующего КАПСИМЭТ бетона необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.009.

7.2. Удельная эффективная активность естественных радионуклидов  $A_{эфф.}$  в цементе всех видов, применяемом для изготовления дренирующего бетона КАПСИМЭТ, согласно ГОСТ 30108 не должна быть более 370 Бк/кг, а в остальных материалах, используемых для производства бетона, не более 740 Бк/кг. Не допускается вводить в бетон технологические или специальные добавки, а также модификаторы, повышающие класс опасности бетона.

## **8 Правила приемки**

8.1 Бетонные смеси для приготовления КАПСИМЭТ должны быть приняты по качеству и количеству техническим контролем производителя. Бетонные смеси КАПСИМЭТ принимают партиями. В состав партии включают бетонную смесь КАПСИМЭТ одного номинального состава, приготовленную из одних и тех же материалов по единой технологии. Объем партии бетонной смеси устанавливают по ГОСТ 18105 - 2010 или по значению, указанному в договоре на поставку бетонной смеси.

8.2 Каждая партия бетонной смеси для приготовления КАПСИМЭТ должна иметь документ о качестве. Документ о качестве предоставляют на каждую загрузку бетонной смеси заданного качества и загрузку бетонной смеси заданного состава по ГОСТ 7473 - 2010.

Допускается при поставке бетонной смеси для производства бетона КАПСИМЭТ заданного качества предоставлять документ о качестве не на

каждую загрузку, а на каждую партию бетонной смеси, если это предусмотрено в договоре на поставку.

8.3 Периодичность контроля показателей качества бетонов КАПСИМЭТ и каждой партии бетонных смесей устанавливаются в соответствии с ГОСТ 7473 - 2010, или она должна соответствовать требованиям, указанным в договоре на поставку бетонной смеси для приготовления бетона КАПСИМЭТ. Заданные технологические показатели качества бетонной смеси КАПСИМЭТ определяют у производителя через 15 мин после выгрузки бетонной смеси из капсулятора - смесителя, а у потребителя при входном контроле качества – не позднее чем через 10 мин после доставки бетонной смеси на строительную площадку.

## **9 Оценка соответствия**

9.1 При оценке соответствия выполненных работ должно быть проверено:

- соответствие крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМ/ЭТ требованиям проектной документации;
- соответствие требованиям технического регламента [1] .

9.2 Соответствие бетона КАПСИМЭТ требованиям проектной документации определяется путем проверки наличия:

- актов, оформляемых в ходе освидетельствования скрытых работ и ответственных конструкций;
- общего журнала работ;
- комплекта чертежей проекта с подписями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или о внесенных в них по согласованию с проектировщиком изменениях, сделанных лицами, ответственными за производство строительно-монтажных работ;

- геодезических исполнительных схем.\*

9.3 При оценке соответствия требованиям технического регламента производства легких крупнопористых дренирующих бетонов КАПСИМЭТ должно быть определено соответствие выполняемых работ в процессе строительства, результатов их выполнения и применяемых строительных материалов и изделий требованиям нормативных документов согласно распоряжению Правительства РФ № 1047-р [2] и настоящего стандарта путем проверки:

- журнала входного учета и контроля качества получаемых материалов, конструкций и оборудования (при наличии);
- записей о выполненном входном контроле сопроводительной документации на материалы, изделия и оборудование в общем журнале работ;
- наличия результатов (актов и протоколов) лабораторного контроля, оформленных при входном и операционном контроле;
- записей в общем журнале работ о выполненных работах;
- записей в специальных журналах работ о выполненных работах;
- исполнительных геодезических схем на соответствие выполненных работ требованиям нормативной документации с учетом установленных в ней допусков.

9.4 Результаты оценки соответствия дренирующих бетонов КАПСИМЭТ требованиям проектной документации и соответствия требованиям технического регламента [1] следует оформлять в соответствии с требованиями СП 48.13330.

*Примечание – \* В состав исполнительной документации дополнительно могут включаться следующие документы*

- акты испытания;
- результаты экспертиз, обследований, лабораторных и иных испытаний выполненных работ, проведенных в процессе операционного контроля;
- документы, подтверждающие проведение входного контроля;
- иные документы, отражающие фактическое исполнение проектных решений.

## 10 Указания по применению

10.1 Крупнопористый дренирующий бетон КАПСИМЭТ на плотных заполнителях рекомендуется применять для:

- устройства монолитных нижних слоев покрытий и оснований дорожных одежд автомобильных дорог и аэродромных покрытий, горизонтальных и вертикальных дренирующих слоев подземных сооружений;

- устройства оголовков, откосных крыльев (стенок), подпорных стен: крепления откосов, дренажа плотин;

- волногасящих и звукопоглощающих материалов и конструкций, обеспечивающих эффективное звукопоглощение в широком спектре частот.

- производства сборных фильтрующих элементов в виде плит, призм и труб, используемых в мостовом и дорожном строительстве.

10.2 Требования, изложенные в техническом регламенте Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011) обязательны при использовании крупнопористых дренирующих бетонов КАПСИМЭТ на всех категориях автомобильных дорог, любой принадлежности.

10.3 Конструкция водоотвода ливневых и талых вод определяется проектом в каждом конкретном случае с учетом рекомендаций СТО НОСТРОЙ 2.25.103 «Устройство водоотводных и дренажных систем при строительстве автомобильных дорог и мостовых сооружений». При этом дренирующие материалы (песок, щебень), указанные в данном СТО, заменяются на дренирующий бетон КАПСИМЭТ (Приложение Б, рис.7).

## Приложение А

(справочное)

**РАСХОД ЦЕМЕНТА РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ  
КРУПНОПОРИСТЫХ ДРЕНИРУЮЩИХ БЕТОНОВ КАПСИМЭТ**

(на гранитном щебне М-1000 фракции 10-20 по результатам испытаний \*

в ГУП «НИИ МОССТРОЙ»)

Класс бетона	Средняя плотность кг/м <sup>3</sup>	Средняя прочность на изгиб, МПа	Расход цемента различных классов, кг/м <sup>3</sup>			Коэффициент фильтрации, см/сек
			32,5	42,5	52,5	
В5	1800	2,3	120	110	100	2,0
В10	1850	2,7	125	115	105	1,8
В12,5	1900	3,1	130	120	110	1,6
В15	1950	3,3	135	125	120	1,4
В20	2000	3,6	140	135	125	1,0

*Примечание - \* Образцы после 28 суток твердения в нормальных условиях испытаны на сжатие в кубах 15 x 15 x 15 см, а на изгиб в виде балок 10 x 10 x 40 см по ГОСТ 10180 - 2012.*

**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КАПСУЛЯЦИИ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ**

ЗАО «ИМЭТ» разработало два типа оборудования для капсуляции крупных заполнителей цементным или цементно-песчаным раствором: капсуляторы–смесители непрерывного действия и капсуляторы–смесители циклического действия.

Изобретенное впервые в мире оборудование работает на принципе интенсивного центробежного ускорения перемещения зерен крупных заполнителей при движении по внутренней поверхности рабочих камер капсуляторов–смесителей с одновременной капсуляцией (плакированием) поверхности зерен заполнителей цементным или цементно-песчаным раствором.

Капсуляторы–смесители непрерывного действия предназначены для работы на мобильных установках при строительстве дорог и подразделяются на два вида:

- с горизонтальными рабочими камерами (ГРК);
- с вертикальными рабочими камерами (ВРК).

В машинах с ГРК (рис.1) зерна крупного заполнителя совершают круговые движения по внутренней поверхности горизонтальных цилиндрических камер со временем капсуляции зерен в пределах от 1 до 2 мин. Производительность машин с ГРК составляет от 5 до 10 м<sup>3</sup>/час капсулированного крупного заполнителя для бетона КАПСИМЭТ.

В машинах с ВРК (рис.2) зерна крупного заполнителя совершают круговые движения по внутренней поверхности конических камер, ориентированных вертикально, так что зерна заполнителя движутся сверху вниз под действием силы тяжести и центробежной силы конических камер со временем капсуляции зерен в пределах от 10 до 20 сек. Производительность таких машин составляет 10 – 30 м<sup>3</sup>/час по выходу капсулированного материала – схема установки (рис.3).

Третий тип разработанных ЗАО «ИМЭТ» машин – это мобильные капсуляторы–смесители циклического типа (рис 4) предназначены для ремонтных работ крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ непосредственно на трассах. Производительность таких легко перемещаемых машин от 2 до 3 м<sup>3</sup>/час капсулированного крупного заполнителя. В эти капсуляторы-смесители расходные материалы (крупный заполнитель и раствор) загружаются порционно, время цикла обработки порции материалов от 2 до 3 мин.



Рис 1. Капсулятор-смеситель с рабочими камерами ГРК производительностью 5 м<sup>3</sup> в час для капсуляции крупных заполнителей

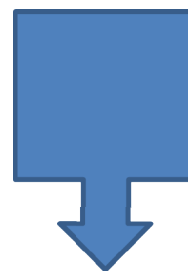
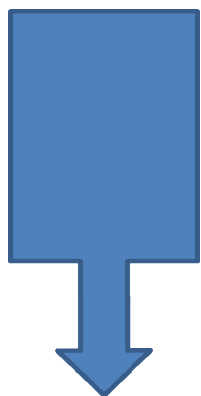


Рис 2. Рабочая камера ВРК капсулятора-смесителя для установки по производству капсулированного крупного заполнителя производительностью 10 м<sup>3</sup>/час

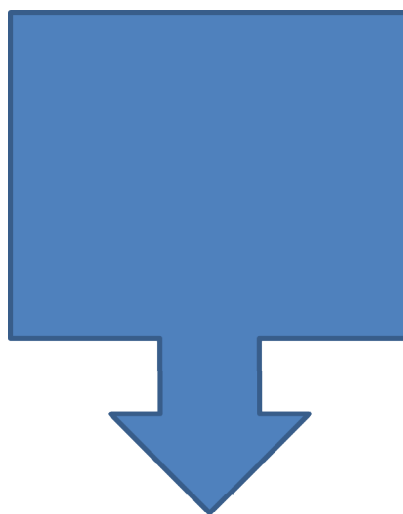
Схема работы установки по капсуляции крупного заполнителя приведена на рис 3, установка комплектуется расходным бункером крупного заполнителя, растворомешалкой и бетононасосом для подачи цементного или цементно-песчаного раствора и устройством для выгрузки готового материала в транспорт. Крупнопористый дренирующий бетон КАПСИМЭТ в образце и дорожном покрытии приведены на рис 5 и рис 6.

Подача щебня фракции 5 - 40 мм  
10 куб м в час

Подача цементного раствора  
2 куб м в час (В/Ц = 0,35)



КАПСУЛЯТОР-СМЕСИТЕЛЬ



БУНКЕР САМОСВАЛА

Рис 3. Схема работы установки для строительства слоя основания дорожной одежды из крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ капсуляцией крупного заполнителя.





Рис 4. Мобильный капсулятор-смеситель КЦ – 2 для ремонтных работ по крупнопористому дренажному бетону КАПСИМЭТ на трассах



Рис 5. Фрагмент образца призмы крупнопористого дренажного бетона КАПСИМЭТ



Рис 6. Слой покрытия автомобильной дороги, выполненный из крупнопористого дренирующего бетона КАПСИМЭТ. Пос. Цельна, Ульяновской области, 2014 год



Рис 7. Обетонирование водопропускной трубы под полотном дороги крупнопористым дренирующим бетоном КАПСИМЭТ. Пос. Цельна, Ульяновской области, 2014 год

## Приложение В

(обязательное)

## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

## ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ

№ \_\_\_\_\_  
 (регистрационный номер декларации о соответствии)

ЗАЯВИТЕЛЬ \_\_\_\_\_  
 (наименование и местонахождение заявителя)

ИЗГОТОВИТЕЛЬ \_\_\_\_\_  
 (наименование и местонахождение изготовителя)

ЗАЯВИТЕЛЬ ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО ПРОДУКЦИЯ  
 \_\_\_\_\_  
 (информация об объекте подтверждения соответствия, позволяющая

идентифицировать объект)  
 код ОК 005 (ОКП): \_\_\_\_\_;  
 код ТН ВЭД России: \_\_\_\_\_

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА (ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ) \_\_\_\_\_  
 (наименование технического

\_\_\_\_\_ регламента (технических регламентов), на соответствие требованиям

\_\_\_\_\_ которого (которых) подтверждается продукция)

СХЕМА ДЕКЛАРИРОВАНИЯ СООТВЕТСТВИЯ \_\_\_\_\_  
 ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (ИСПЫТАНИЯ) И ИЗМЕРЕНИЯ, СЕРТИФИКАТ  
 СИСТЕМЫ КАЧЕСТВА, ДОКУМЕНТЫ, ПОСЛУЖИВШИЕ ОСНОВАНИЕМ ДЛЯ  
 ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ \_\_\_\_\_

ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ \_\_\_\_\_  
 (сведения, предусмотренные техническим регламентом

\_\_\_\_\_ (техническими регламентами))

ЗАЯВЛЕНИЕ ЗАЯВИТЕЛЯ: продукция безопасна при ее использовании в соответствии с целевым назначением. Заявителем приняты меры по обеспечению соответствия продукции требованиям технических регламентов

СРОК ДЕЙСТВИЯ ДЕКЛАРАЦИИ О СООТВЕТСТВИИ с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_

М.П. Заявитель \_\_\_\_\_  
 подпись инициалы, фамилия

Декларация о соответствии зарегистрирована \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (наименование и местонахождение органа, зарегистрировавшего декларацию о соответствии)

Руководитель

М.П. (уполномоченное им лицо) \_\_\_\_\_  
 органа, регистрирующего декларацию о соответствии подпись инициалы, фамилия

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

## Библиография

[1] Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

[2] Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 г. № 1047р

[3] ГН 2.2.5.1313-03 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

[4] ГН 2.2.5.2308-07 - Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны