

**Общество с ограниченной ответственностью
«ИЦ ПРОЗАСК»**

«УТВЕРЖДАЮ»

**Генеральный директор
ООО «ИЦ ПРОЗАСК»**



Антонов С.П.

«28» декабря 2016 г.



СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

СТО 87550640 -001-2016

**Технология добавления в бетонную матрицу
полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS»
с целью повышение стойкости бетонных и железобетонных
конструкций к взрывообразному разрушению бетона**

г. Москва, 2016 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 года №184-ФЗ «О техническом регулировании». Правила применения национальных стандартов Российской Федерации установлены ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения». Правила разработки и применения стандартов организации установлены ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организации. Общее положение» с учетом требований Федерального Закона от 05.04.2016 г №104-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам стандартизации».

Сведение о стандарте

1. РАЗРАБОТАН ООО «ИЦ ПРОЗАСК».

ООО «ИЦ «ПРОЗАСК» выражает свою благодарность

- Заведующей лабораторией «Температуростойкости и диагностики бетона и железобетонных конструкций» НИИЖБ им. А.А. Гвоздева АО «НИЦ «Строительство», кандидату технических наук И.С. Кузнецовой;
- Начальнику сектора 3.2.1 ФГБУ ВНИИПО МЧС России В.В. Павлову,
- Доценту кафедры Технологии вяжущих веществ и бетонов НИУ МГСУ, кандидату технических наук В.Г. Соловьеву,
- Главному специалисту ООО «НИИЖБ СК» Е.А. Хотееву,

оказавшим помощь при разработке данного стандарта.

2. ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ

приказом ООО «ИЦ ПРОЗАСК» № 76 от 28 декабря 2016 г.

3. Введен впервые.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального документа без разрешения ООО «ИЦ ПРОЗАСК».

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	4
2 Нормативные и другие ссылки	4
3 Термины и определения	7
4 Общие положения	8
5 Технические требования	10
5.1 Бетон	10
5.1.1 Требования к бетонам с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона	10
5.1.2 Требования к сырьевым материалам для изготовления бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона.....	11
5.2. Синтетические фибры серии «PROZASK».....	11
6 Технология приготовления и укладки бетонной смеси с синтетическими фибрами	12
7 Правила приемки и контроль качества	16
8 Методы контроля качества	16
9 Транспортирование бетонной смеси при монолитном строительстве	17
10 Расчет конструкций, выполненных из бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона	18
11 Конструктивные и технологические требования к конструкциям из бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона	18
12 Требования безопасности и охрана окружающей среды.....	19
Библиография	20
Ключевые слова	20
Лист регистрации изменений	21

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на технологический процесс введения в бетонную смесь полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS» при производстве тяжелых и мелкозернистых бетонов на цементных вяжущих, применяемых для возведения монолитных и сборно-монолитных конструкций, конструкций из набрызг-бетонов, а также для изготовления изделий и сборных бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений различного гражданского и промышленного назначения, включая подземные сооружения (в том числе тоннели, метрополитены), мосты, гидротехнические сооружения, строительные объекты горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий, с целью повышения их стойкости ко взрывообразному разрушению бетона при огневом воздействии. В свою очередь, отсутствие взрывообразного разрушения бетона при огневом воздействии способствует повышению предела огнестойкости по целостности и несущей способности бетонных конструкций.

Настоящий стандарт содержит основные положения, определяющие общие требования к процессу введения фибры, технологическим характеристикам оборудования для производства бетонных смесей с добавлением полипропиленовой микрофибры, процедурам контроля их приготовления, оценке соответствия показателей качества, а также характеризующие расценки на данный вид работы по введению фибры в бетонную матрицу.

Настоящий стандарт должен применяться при составлении технических заданий и технических условий по изготовлению бетонных смесей.

Положения настоящего стандарта предназначены для организаций, осуществляющих проектирование, строительство, ремонт, реконструкцию, приёмку и эксплуатацию зданий и сооружений различного назначения, эксплуатируемых при нормальных значениях климатических факторов внешней среды в диапазоне температуры окружающей среды не выше 50°C и не ниже минус 70°C.

При разработке настоящего стандарта использованы теоретические работы, научные изыскания как зарубежных, так и российских научных коллективов и авторов, а также результаты как зарубежных исследований, так и собственных, проведенных ООО «ИЦ «ПРОЗАСК» на базе ведущих научных и исследовательских учреждений РФ.

2. НОРМАТИВНЫЕ И ДРУГИЕ ССЫЛКИ

1. **Федеральный закон** от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

2. **Федеральный закон** от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

3. **Федеральный закон** от 05 апреля 2016 г №104-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам стандартизации».

4. **ГОСТ 4.212** «Система показателей качества продукции (СПКП). Строительство. Бетоны. Номенклатура показателей (с Изменением N 1)».

5. **ГОСТ 12.1.004-91** «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования».

6. **ГОСТ 12.1.005-88** «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

7. **ГОСТ 12.1.007-76** «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

8. **ГОСТ 12.1.012-2004** «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования».

9. **ГОСТ 12.1.030-81** «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление».

10. **ГОСТ 12.2.003-91** «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
11. **ГОСТ 12.3.002-2014** «Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности».
12. **ГОСТ 12.3.009-76** «Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности (с Изменением 1)».
13. **ГОСТ 12.3.020-80** «Система стандартов безопасности труда. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности (с Изменением 1)».
14. **ГОСТ 12.4.011-89** «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».
15. **ГОСТ 12.4.028-76** «Система стандартов безопасности труда. Респираторы ШБ-1 «Лепесток». Технические условия».
16. **ГОСТ 12.4.034-2001** (ЕН 133-90) «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка».
17. **ГОСТ 12.4.103-83** «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация».
18. **ГОСТ 12.4.153-85** «Система стандартов безопасности труда. Очки защитные. Номенклатура показателей качества».
19. **СТО НОСТРОЙ 2.27.125-2013** «Освоение подземного пространства. Конструкции транспортных тоннелей из фибробетона»
20. **ГОСТ 7473-2010** «Смеси бетонные. Технические условия».
21. **ГОСТ 8267-93** «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».
22. **ГОСТ 8736-2014** «Песок для строительных работ. Технические условия».
23. **ГОСТ 10060-2012** «Бетоны. Методы определения морозостойкости».
24. **ГОСТ 10178-85** «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия».
25. **ГОСТ 10180-2012** «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».
26. **ГОСТ 10181-2014** «Смеси бетонные. Методы испытаний».
27. **ГОСТ 12730.1-78** «Бетоны. Методы определения плотности».
28. **ГОСТ 12730.3-78** «Бетоны. Метод определения водопоглощения».
29. **ГОСТ 12730.5-84** «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости».
30. **ГОСТ 13087-81** «Бетоны. Методы определения истираемости».
31. **ГОСТ 18105-2010** «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».
32. **ГОСТ 22266-94** «Цементы сульфатостойкие. Технические условия».
33. **ГОСТ 23732-2011** «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия».
34. **ГОСТ 24211-2008** «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия».
35. **ГОСТ 24452-80** «Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона».
36. **ГОСТ 26633-2012** «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».

- 37. ГОСТ 27006-86** «Бетоны. Правила подбора состава».
- 38. ГОСТ 29167-91** «Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении».
- 39. ГОСТ 30108-94** «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».
- 40. ГОСТ 30247.1-94** «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции».
- 41. ГОСТ 30459-2008** «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности».
- 42. ГОСТ 31108-2003** «Цементы общестроительные. Технические условия».
- 43. ГОСТ Р 8.589-2001** «Государственная система обеспечения единства измерений. Контроль загрязнения окружающей среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения».
- 44. ГОСТ Р 12.1.019-2009** «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
- 45. ГОСТ Р 12.3.047-2012** «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».
- 46. СН 2.2.4/2.1.8.562-96** «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
- 47. СН 2.2.4/2.1.8.566-96** «Производственная вибрация, вибрация в помещениях общественных и жилых зданий».
- 48. СНиП 3.09.01-85** «Производство сборных железобетонных конструкций и изделий».
- 49. СНиП 12-03-2001** «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».
- 50. СНиП 12-04-2002** «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».
- 51. СНиП 23-05-95** «Естественное и искусственное освещение».
- 52. СП 35.13330.2011** «СНиП 2.05.03-84*. Мосты и трубы».
- 53. СП 63.13330.2012** «СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».
- 54. СП 70.13330.2012** «СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции».
- 55. СП 120.13330.2012** «СНиП 32-02-2003. Метрополитены».
- 56. СП 122.13330.2012** «Тоннели железнодорожные и автодорожные».
- 57. СП 130.13330.2011** «Производство сборных железобетонных конструкций и изделий».
- 58. EN 1992-1-2** Проектирование железобетонных конструкций. Общие правила. Противопожарное проектирование.
- 59. ОАО «ВНИИЖТ»** Акт испытаний бетонных образцов с фиброй, состоящей из «PowerFil PRO 6-40» и «IgnisPro», и без фибры.
- 60. ЗАО «ЦНИИ ГИПРОПРОМТРАНСПРОЕКТ»** Заключение по результатам лабораторных испытаний
- 61. МОУ РСЦ «ОПЫТНОЕ»** «Отчет об испытаниях №507/ИЦ-14» (по методике огнезащитной эффективности).
- 62. МОУ РСЦ «ОПЫТНОЕ»** «Экспертное заключение №331/ОС-15» (о классе пожарной опасности К0).

63. МОУ РСЦ «ОПЫТНОЕ» «Экспертное заключение по результатам лабораторных испытаний бетонных образцов с полимерной фиброй №527/ОС-15» (о прочности бетона после огневого воздействия)

64. НИУ МГСУ «Технический отчет №К.554-15 «Определение физико-механических образцов фибробетона»

65.ООО «СТРОЙКОНСТРУКЦИЯ» «Отчет об испытаниях высокоточных водонепроницаемых железобетонных блоков тоннельной обделки, изготовленных ОАО «Моспромжелезобетон» по альбому рабочих чертежей 12-4005-Л-Р-02-КЖ1.1»

66. ОАО «НИИМосстрой» «Протокол №10/05-15 по результатам «Прочностных испытаний экспериментальных блоков высокоточной тоннельной обделки, изготовленных с применением композитных армирующих элементов».

67. ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ «Отчет 13304 об испытаниях на пожарную опасность-«Огнестойкость железобетонного блока тоннельной обделки»

68. ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ- «Отчет 13331 об испытаниях на пожарную опасность-«Огнестойкость железобетонного блока тоннельной обделки, изготовленного по альбому рабочих чертежей 12-4005-Л-Р-02-КЖ1.1»

69. ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ- «Отчет 13305 об испытаниях на пожарную опасность-«Огнестойкость железобетонного блока тоннельной обделки, армированного стеклопластиковым каркасом»

70. ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ- «Отчет 000148/32 об испытаниях на пожарную опасность- «Теплофизические исследования железобетонных плит с добавлением в бетонную смесь полипропиленовой фибры «PROZASK IGS» ТУ 2272-004-87550640-2015»

71. ООО «ИЦ ПРОЗАСК»- Фибра полипропиленовая марки «PROZASK IGS»

ТУ 2291–004–87550640–2015. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

72. ООО «ИЦ ПРОЗАСК» ТУ 2296-005-87550640-2016 «Стеклопластиковая фибра «PROZASK® PF». Технические условия».

*Ссылки на вышеуказанные документы указаны в тексте СТО в круглых скобках.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 бетонная смесь: готовая к применению перемешанная однородная смесь вяжущего, заполнителей и воды с добавлением или без добавления химических и минеральных добавок, которая после уплотнения, схватывания и твердения превращается в бетон.

3.2 бетон мелкозернистый: бетон плотной структуры на цементном вяжущем и мелких плотных заполнителях.

3.3 бетон тяжелый: бетон плотной структуры на цементном вяжущем и плотных мелких и крупных заполнителях.

3.4 макрофибра: волокна длиной свыше 12 мм, диаметром более 0,02 мм, предназначенные для:

- улучшения механических характеристик бетона;
- уменьшения трещинообразования;
- замены стержневого армирования, либо его дополнения.

3.5 полипропиленовая микрофибра (микрофибра): короткие волокна длиной 6-12 мм, диаметром менее 0,02 мм, изготовленные из полипропилена, рассматриваемые в настоящем СТО в качестве специальной добавки в бетоны и предназначенные для:

- повышения (обеспечения) предела огнестойкости по потере целостности (E) и несущей способности (R) бетонных и железобетонных конструкций,

Кроме того, применение такой микрофибры может быть использовано для

- увеличения тиксотропности цементных составов, т.е. для нанесения более толстых слоев на вертикальные поверхности;
- уменьшения расслоения и водоотделения бетонных и растворных смесей;
- снижения трещинообразования на ранних стадиях твердения бетона от усадки;
- улучшения технологичности изготовления бетонных изделий;
- повышения устойчивости к истиранию.

3.6 огнестойкость конструкции: способность конструкции сохранять несущие и (или) ограждающие функции в условиях пожара,

3.7 предел огнестойкости конструкции: показатель огнестойкости конструкции, определяемый временем от начала стандартного огневого испытания до наступления одного из нормируемых для данной конструкции предельных состояний по огнестойкости,

3.8 потеря целостности (E) – повреждение целостности бетонной или железобетонной конструкции в результате образования в ней сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя.

3.9 Потеря несущей способности (R)- обрушение конструкции или возникновение предельных деформаций, значения которых приведены в приложении А ГОСТ 30247.1-94

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Настоящим стандартом определен процесс введения в бетонную матрицу специальной полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS» с целью повышения стойкости конструкции ко взрывообразному разрушению бетона и, как результат, с целью обеспечения нормируемого предела огнестойкости по целостности (E) и несущей способности (R) бетонных и железобетонных конструкций, и методы технологического контроля качества.

4.2 Полипропиленовая микрофибра «PROZASK IGS» представляет собой компонент, вводимый в бетонную смесь при изготовлении этой смеси, и который позволяет исключить взрывообразное разрушение бетона при пожаре и, следовательно, обеспечить (или повысить) нормируемый предел огнестойкости по потере целостности (E) и потере несущей способности (R) (58, 61, 67, 68, 69, 70), а также позволяет уменьшить процесс трещинообразования в бетоне (повышает трещиностойкость).

Взрывообразное разрушение бетона при пожаре, как правило, может происходить во всех бетонных и железобетонных конструкциях, а особенно изготовленных из тяжелых и мелкозернистых бетонов и является одной из причин наступления предела огнестойкости по целостности (E) и несущей способности (R).

4.3 Полипропиленовая микрофибра «PROZASK IGS» применяется в качестве добавки в бетон для обеспечения стойкости бетона ко взрывообразному разрушению, и, соответственно для обеспечения требуемых запроектированных пределов огнестойкости по целостности (E) и несущей способности (R) бетонных и железобетонных конструкций.

4.4 Синтетические волокна полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS» производятся по ТУ 2272-004-87550640-2015 (71) и испытаны в установленном порядке, указанном в данном стандарте.

4.5 Производителем полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS» проведены экспериментальные исследования заявляемых свойств, подкрепленные

соответствующими протоколами и заключениями от соответствующих компетентных органов (59-70).

4.6 Рекомендации по применению добавки полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS» в бетон для повышения стойкости ко взрывообразному разрушению бетона при пожаре применимы при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Присутствие в бетоне волокон микрофибры позволяет обеспечить эффективности отвода водяного пара из тела конструкции при нагреве бетона до температур парообразования в порах (до $100\div 180^{\circ}\text{C}$) и избежать взрывообразного разрушения бетона во время пожара. [1, 9-17].

4.7 Безопасность, эксплуатационная пригодность и долговечность конструкций, изготовленных из бетонов с повышенной стойкостью ко взрывному разрушению бетона, должны быть обеспечены выполнением требований к:

- бетону и его составляющим;
- микрофибре «PROZASK IGS» и/или макрофибре (в случае ее применения);
- арматуре;
- расчетам конструкций,

а также конструктивных и технологических требований, требований по эксплуатации, устанавливаемых соответствующими нормативными документами.

4.8 Требования к огнестойкости зданий и сооружений устанавливаются Федеральным законом № 123-ФЗ, а также соответствующими национальными стандартами и сводами правил, которые на обязательной основе позволяют обеспечить соблюдение требований упомянутого Федерального закона: ГОСТ 30247.0-94, ГОСТ 30247.1-94, СП 120.13330.2012, СП 122.13330.2012 и др.

4.9 В случае, если предъявляемые повышенные требования к обеспечению предела огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций невозможно достичь только за счет применения бетонов с повышенной стойкостью ко взрывному разрушению, изготовленных с применением полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS», то огнестойкость указанных конструкций должна обеспечиваться за счет применения дополнительных мероприятий по огнезащите (применение огнезащитных покрытий и т.п.).

4.10 Эффективная, экспериментально установленная дозировка полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS» составляет от $0,8 \text{ кг/м}^3$ до $1,0 \text{ кг/м}^3$ (61,67, 68, 69, 70)

4.11 Экспериментально подтверждено, что введение полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS» в бетонную смесь в дозировке, указанной в пункте 4.7, не снижает физико-механические и деформативные свойства бетонов (пределы прочности на сжатие и растяжение, модуль упругости, предельное относительное удлинение, а также морозостойкость и водонепроницаемость) (59, 64).

4.12 Бетоны с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона могут быть получены из обычных составов бетонных смесей, без их модификаций, путем введения в бетонную смесь полипропиленовой микрофибры методами и в пропорциях, указанных в разделе 5 настоящего стандарта.

4.13 В случае предъявления повышенных требований к трещиностойкости бетонных и железобетонных конструкций, а также к прочности бетона на растяжение и прочности при действии локальных напряжений, рекомендуется в дополнение к микрофибре «PROZASK IGS» вводить в бетонную смесь конструктивную макрофибру серии «PROZASK» (стеклопластиковую или полипропиленовую конструкционную). Рекомендованная дозировка конструктивной макрофибры составляет от $0,4 \text{ кг/м}^3$ до 17 кг/м^3 . (59, 60, 66, 70)

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

5.1 Бетон

5.1.1 Для приготовления бетонной смеси с полипропиленовой микрофиброй применяют тяжелые и мелкозернистые бетоны на цементных вяжущих, полипропиленовую микрофибру «PROZASK IGS» и, при необходимости, конструктивные стеклопластиковую или полипропиленовую макрофибру.

Номенклатура показателей качества устанавливается в зависимости от назначения конкретных видов бетонных и железобетонных конструкций и изделий.

Тип и класс бетона по прочности на сжатие, применяемого в конструкциях, устанавливается проектировщиком, исходя из требований действующих нормативных документов по обеспечению несущей способности конструкций.

5.1.2 Марку по морозостойкости, водонепроницаемости и истираемости бетонов в конструкциях и изделиях из конкретных видов устанавливают в соответствии с нормами проектирования и указывают в стандартах, проектной и технологической документации на конструкции и изделия.

5.1.3 Технические требования к бетону должны быть обеспечены изготовителем конструкции и изделий в проектном возрасте, который указывают в проектной документации и назначают в соответствии с нормами проектирования в зависимости от способов укладки и условий твердения бетона, сроков начального нагружения конструкций и изделий. Если проектный возраст не указан, технические требования к бетону должны быть обеспечены в возрасте 28 суток, в соответствии с положениями СП 63.13330.2012.

5.1.4 Значение нормируемой отпускной прочности бетона устанавливают в проекте конкретного изделия или конструкции и указывают в стандарте или технических условиях на это изделие.

5.1.5 Исходные материалы, применяемые при приготовлении бетонной смеси, не должны иметь удельную эффективную активность естественных радионуклидов более 370 Бк/кг.

5.1.1 Требования к бетонам с повышенной стойкостью ко взрывообразному разрушению бетона

5.1.1.1 В зависимости от условий работы бетона в различных эксплуатационных средах, в стандартах и технических условиях на изделия и в рабочих чертежах конструкций следует устанавливать требования к качеству бетонов путем назначения нормируемых показателей качества по ГОСТ 4.212 и ГОСТ 26633-2012.

5.1.1.2 При подборе состава бетонной смеси должны быть обеспечены требуемые показатели качества (удобоукладываемость, сохраняемость, нерасслаиваемость, воздухоудерживание и др. показатели).

5.1.1.3 Бетонные смеси с применением полипропиленовой микрофибры должны соответствовать требованиям ГОСТ 7473-2010.

5.1.1.4 Подбор составов бетона должен осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 27006-86.

5.1.2 Требования к сырьевым материалам для изготовления бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона

5.1.2.1 В качестве вяжущих материалов для бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона следует применять цементы по ГОСТ 10178-85, ГОСТ 22266-94, ГОСТ 31108-2003.

5.1.2.2 В качестве крупных заполнителей для бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона применяют щебень и гравий из плотных пород по ГОСТ 8267-93

Крупный заполнитель следует применять в виде отдельно дозируемых фракций при приготовлении бетонной смеси.

5.1.2.3 В качестве мелких заполнителей для бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона применяют природный песок по ГОСТ 8736-93.

5.1.2.4 Вода для затворения бетонной смеси и приготовления растворов химических добавок должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-2011.

5.1.2.5 Химические добавки, применяемые для бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона, должны соответствовать требованиям ГОСТ 24211-2008 и ГОСТ 26633-2012, а также стандартам и техническим условиям, по которым они выпускаются.

5.1.2.6 При подборе материалов для подбора составов бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона следует производить радиационную, экологическую и гигиеническую оценку этих материалов на соответствие стандартам: ГОСТ 30108-94, ГОСТ Р 8.589-2001.

5.2. Синтетические фибры серии «PROZASK»

5.2.1 Применяемые микро- и макрофибры серии «PROZASK IGS» должны соответствовать стандартам и техническим условиям, по которым они выпускаются

5.2.2 Применяемые материалы должны иметь сопроводительную документацию поставщика (изготовителя), подтверждающую их технические характеристики и соблюдение выполнения обязательных требований к ним (сертификаты, декларации, технические свидетельства и т.п.), а также инструкции по хранению, транспортировке и применению.

5.2.3 Рекомендуемая эффективная дозировка полипропиленовой микрофибры «PROZASK IGS» для получения бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона составляет 0,8-1,0 кг/м³. (61, 67, 68, 69, 70).

Уменьшение дозировки микрофибры в количестве менее 0,8 кг/м³ не гарантирует обеспечение заявляемой характеристики бетонных и железобетонных конструкций по огнестойкости.

Увеличение дозировки сверх 1,0 кг/м³ не гарантирует достижения требуемой подвижности и удобоукладываемости бетонной смеси при сохранении прочностных характеристик бетона.

В случае применения дозировки микрофибры «PROZASK IGS», отличающейся от эффективных значений (0,8 - 1 кг/м³), необходимо проведение исследований физико-механических свойств бетона и огневых испытаний железобетонных конструкций в соответствии с положениями действующих норм.

5.2.4. Бетон с добавкой из полипропиленовой микрофибры в количестве не более 1 кг/м³ имеет минимальное водопоглощение,

В случае применения дозировки добавки из микрофибры полипропиленовой «PROZASK IGS» не более 1 кг/м³, при подборе состава бетонной смеси допускается не учитывать микрофибру при расчете состава бетона, используя имеющиеся рецептуры бетонных смесей без их корректировки.

В случае применения дозировки добавки из микрофибры полипропиленовой «PROZASK IGS» более 1 кг/м³ необходимо выполнять корректировку состава бетонной смеси для обеспечения требуемых характеристик бетонной смеси и бетона.

6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И УКЛАДКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ С СИНТЕТИЧЕСКИМИ ФИБРАМИ

Порядок получения, хранения фибры, способ загрузки ее в смеситель, время перемешивания смеси до равномерного распределения фибры должны быть указаны в технологическом регламенте (и/или технических условиях) производителя такой продукции.

6.1 Процессу укладки бетонной смеси с синтетическими фибрами «PROZASK IGS» предшествует

- процесс получения
- процесс хранения синтетических волокон «PROZASK IGS» на заводе-изготовителе бетонной смеси или бетонных конструкций.

6.2 Фибру принимают партиями. Приёмку партии фибры «PROZASK IGS» проводят по результатам проверки качества материала и соответствию маркировки и упаковки требованиям нормативно-технической документации.

Партией считают количество фибры «PROZASK IGS» одного формата, сопровождаемое одним документом о качестве, содержащим:

- товарный знак или наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение микрофибры;
- номер партии;
- дата изготовления;
- масса нетто/брутто, кг.

6.3. Фибру «PROZASK IGS» хранят в закрытом сухом помещении, исключающем попадание прямых солнечных лучей, на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов в соответствии с правилами пожарной безопасности при температуре не выше 30°C, относительной влажности - не более 80%. в условиях, предотвращающих загрязнение, механические повреждения и воздействие прямых солнечных лучей.

Перед переработкой мешки с фиброй «PROZASK IGS» выдерживают в течение не менее 12 ч в производственном помещении.

6.4 При приготовлении бетонной смеси с синтетическими волокнами «PROZASK IGS» (далее - бетонная смесь с микрофиброй) должна быть обеспечена:

- необходимая точность дозировки входящих в бетонную смесь материалов, в том числе полипропиленовой микрофибры,
- последовательность загрузки (введения) микрофибры в соответствии с положениями СП 70.13330.2012.
- равномерность распределения фибры, которая обеспечивается комплексом или отдельным выполнением таких мероприятий, как применение заполнителей с непрерывной гранулометрией, увеличение подвижности смеси, обеспечением процесса равномерного распределения микрофибры в воде за счет применения специальных замасливателей, увеличением времени перемешивания и пр.

6.5 Введение в бетонную смесь микрофибры «PROZASK IGS» может осуществляться ручным или автоматическим способом.

6.6.1 Ручной способ:

6.6.1.1 Первый вариант: в бетоносмеситель вводятся последовательно сухие материалы для приготовления бетонной смеси в соответствии с заданной рецептурой. Полипропиленовую микрофибру в необходимом количестве вводят непосредственно в

бетонную смесь россыпью или в водорастворяемых пакетах до затворения бетонной смеси водой, а затем вводят воду затворения и перемешивают до получения однородной бетонной смеси.

6.6.1.2 Второй вариант: в бетоносмеситель заливают 1/3 от необходимого (расчетного) количества воды и вводят в нее полипропиленовую микрофибру россыпью или в водорастворяемых пакетах (в необходимом количестве), перемешивают в течение 1 минуты и далее вводят оставшиеся сухие компоненты для приготовления бетона, оставшуюся воду затворения и перемешивают компоненты до получения бетонной смеси.

Выше приведенные способы рекомендуется при небольших объемах замесов - до 6 м³.

6.6.2 Автоматический способ:

6.6.2.1 в бетоносмеситель вводят последовательно сухие компоненты для приготовления бетонной смеси в соответствии с заданной рецептурой. Ведение необходимого количества фибры «PROZASK IGS» осуществляется дозирующими подающими устройствами, параллельно с затворением бетонной смеси и введением химических добавок. Типовой внешний вид и конфигурация дозирующе-подающего устройства для подачи фибры приведены на рисунке 1.



Рисунок 1 - Типовой внешний вид и конфигурация дозирующе-подающего устройства для подачи фибры.

Ориентировочный состав и параметры устройства для автоматической дозированной подачи фибры «PROZASK IGS» в бетонную смесь :

- спиральный круговой дозатор (рисунок 2);
- | | |
|--------------------------|----------|
| Погрешность дозирования: | 0,1 кг |
| Скорость дозирования: | 3 кг/мин |
| Вместимость: | 10 кг |
| Минимальная партия: | 0,8/1 кг |

Микрофибра должна высыпаться в дозатор вручную или подаваться через продуктоводы.

- взвешивающий бункер-дозатор и лента подачи (рисунок 3).

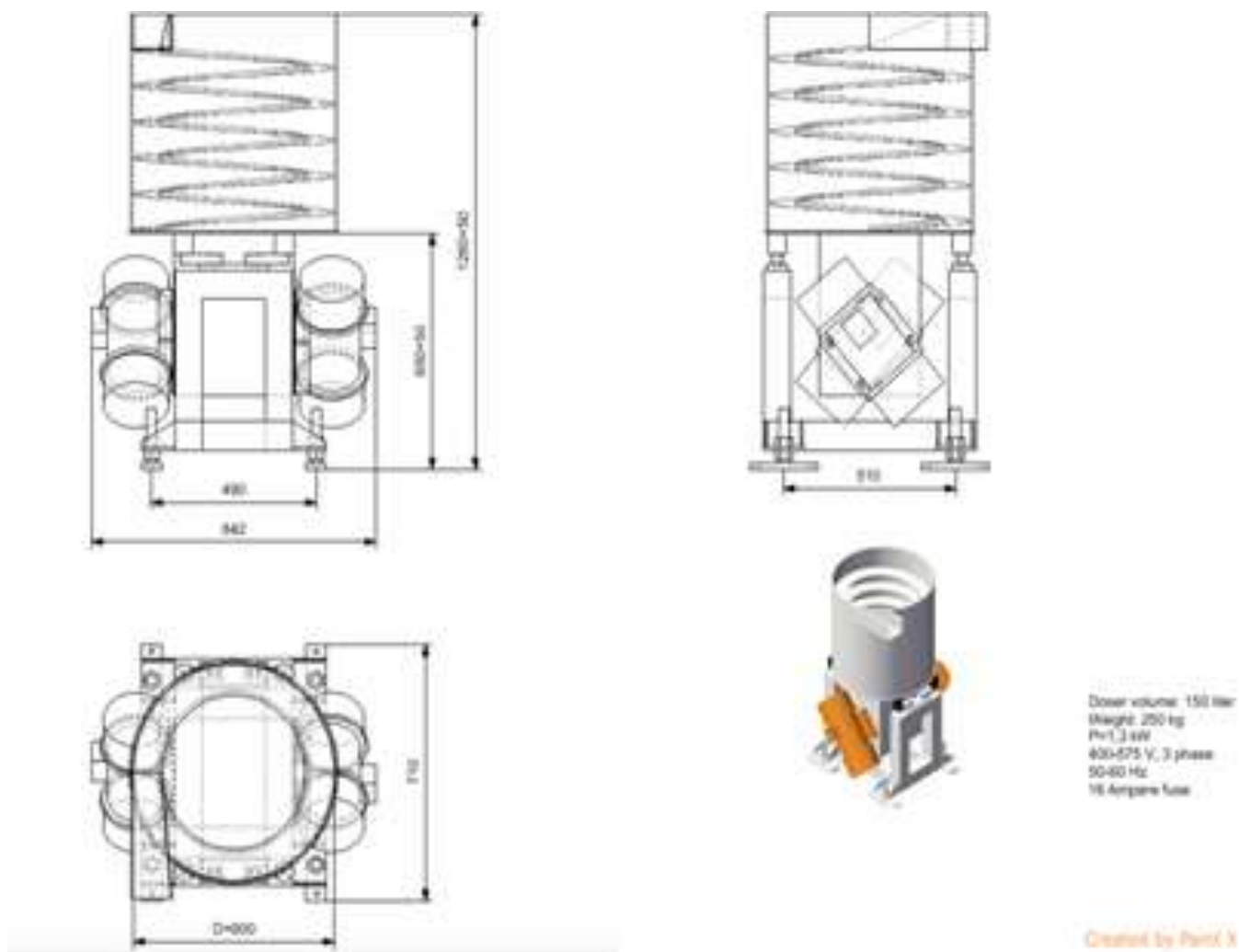


Рисунок 2 - Спиральный круговой дозатор.



Рисунок 3 - Бункер взвешивания на ячейке загрузки для системы дозирования микрофибры.

6.7. Возможно применение альтернативных дозирующе-подающих устройств.

6.7.7 Перемешивание бетонной смеси следует выполнять так, чтобы обеспечить равномерное распределение компонентов по всему объему смеси.

Применяемые бетоносмесители и режимы перемешивания бетонных смесей различных марок по удобоукладываемости должны обеспечить получение однородной смеси с коэффициентом вариации прочности внутри замеса не более 9%.

6.8 Приготавливать бетонную смесь с микрофиброй рекомендуется в смесителе бетонного узла (завода). Допускается, при необходимости, введение микрофибры непосредственно в автобетоносмеситель с бетонной смесью.

6.9 Продолжительность перемешивания в бетоносмесителе принимают в соответствии с рекомендациями предприятия-изготовителя бетоносмесительных установок (заводов), поставщика фибры и/или устанавливают опытным путем.

6.10 Подвижность бетонной смеси следует определять по ГОСТ 10181-2014.

6.11 Укладку и уплотнение бетонной смеси следует выполнять таким образом, чтобы можно было гарантировать в конструкциях достаточную однородность и плотность бетона, отвечающих требованиям СП 70.13330.2012, а также проектно-конструкторской и технологической документации для соответствующих бетонных или железобетонных конструкций.

6.12 Способы формования и соответствующую им удобоукладываемость бетонной смеси следует принимать в зависимости от вида конструкций, степени их армирования, применяемой технологии изготовления, характеристик и конструктивно-технологических особенностей формовочного оборудования в соответствии с положениями (2).

6.13 Требования к бетонированию конструкций, изготавливаемых из бетона с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона, по настоящему стандарту принимаются аналогично требованиям к бетонированию конструкций из тяжелого бетона согласно ГОСТ 26633-2012 и СП 70.13330.2012.

7. ПРАВИЛА ПРИЁМКИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

7.1 Приёмку и контроль качества микрофибры «PROZASK IGS» проводят согласно ТУ (71).

7.2 Приёмку бетонной смеси, применяемой для изготовления бетонных конструкций с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона производят по ГОСТ 7473-2010.

7.3 Основные виды, методы и периодичность контроля используемых материалов, оборудования и технологии приготовления бетонных смесей должны осуществляться в соответствии с ГОСТ 7473-2010.

7.4 Бетонные смеси принимают партиями. Приёмку бетона по прочности проводят для каждой партии сборных изделий и монолитных конструкций по ГОСТ 18105-2010. В состав одной партии включают смесь одного номинального состава, приготовленную из одних и тех же исходных сырьевых материалов по единой технологии.

7.5 Приёмку бетона по другим нормируемым показателям качества (морозостойкость, водонепроницаемость, истираемость, водопоглощение и др.) проводят при подборе нового номинального состава бетона по ГОСТ 27006-86, а в дальнейшем - периодически в соответствии с техническими условиями, проектной и технологической документацией на изделие и конструкцию конкретного вида, а также при изменении номинального состава бетона, технологии его изготовления и качества используемых материалов, но не реже одного раза в 6 месяцев.

7.6 Периодические испытания по показателю удельной эффективной активности естественных радионуклидов $A_{эфф}$ в заполнителях проводят при подборе состава бетона, а также при изменении качества применяемых материалов, но не реже одного раза в год.

7.7 По требованию потребителя изготовитель должен предъявить документы о качестве материалов (сертификаты, документы о качестве и т.д.), результаты контрольных испытаний по определению отпускной и марочной прочности бетона с добавкой микрофибры, класса бетона по остаточной прочности на растяжение при изгибе (при необходимости, указанной в проекте), морозостойкости и водонепроницаемости, а также результаты огневых испытаний производимых или аналогичных, ранее произведённых железобетонных конструкций на предел огнестойкости по потере целостности (E) и/или по несущей способности (R) по ГОСТ 30247.1-94.

8. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

8.1 Пробы бетонной смеси с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» отбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-2012.

8.2 Материалы для приготовления бетонной смесей испытывают в соответствии с требованиями стандартов и технических условий на соответствующие материалы.

8.3 Показатели качества бетонной смеси с добавленной микрофиброй определяют:

- по ГОСТ 10181-2014 – удобоукладываемость, расслаиваемость, среднюю плотность и пористость, объем вовлеченного воздуха;

- по ГОСТ 30459-2008 – сохраняемость требуемых технологических свойств.

Температуру бетонной смеси измеряют термометром, погружая его в смесь на глубину не менее 5 см.

8.4 Среднюю плотность бетона с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» контролируют по ГОСТ 12730.1-78.

8.5 Морозостойкость бетона с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» определяют по ГОСТ 10060-2012.

8.6 Водонепроницаемость бетона с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» определяют по ГОСТ 12730.5-84.

8.7 Водопоглощение бетона с добавкой микрофибры «PROZAS IGS» контролируют по ГОСТ 12730.3-78.

8.8 Истираемость бетона с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» определяют по ГОСТ 13087-81.

8.9 Проектную прочность и модуль упругости определяют по ГОСТ 18105-2010 и ГОСТ 24452-80.

8.10 Характеристики трещиностойкости бетона с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» определяют по ГОСТ 29167-91.

8.11 Для контроля соответствия прочности получаемого исходного бетона-матрицы с добавленной микрофиброй «PROZASK IGS» проектному классу бетона по прочности на сжатие из замесов бетонной смеси, отбирают пробы для проведения испытаний.

8.12 Контроль прочности на сжатие и осевое растяжение бетона с добавленной микрофиброй «PROZASK IGS» проводят в соответствии с положениями ГОСТ 10180-2012.

8.13 Удельную активность естественных радионуклидов $A_{эфф}$ в исходных сырьевых материалах для приготовления фибробетонных смесей определяют по ГОСТ 30108-94.

8.14 Пределы огнестойкости конструкций из бетона с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» определяют по ГОСТ 30247.1-94.

8.16 Теплофизические свойства матрицы определяют путем специальных испытаний на плитах 1100x1100 мм по методикам ВНИИПО или аналогичными методами.

9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

9.1 Транспортирование бетонной смеси с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» следует осуществлять способами и средствами, обеспечивающими сохранность её свойств и исключаящими её расслоение, а также загрязнение посторонними материалами.

Допускается восстановление отдельных показателей качества бетонной смеси с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» на месте укладки за счёт введения химических добавок или использования технологических приёмов при условии обеспечения всех других требуемых показателей качества.

Восстановление удобоукладываемости в обязательном порядке должно проводиться под контролем строительной лаборатории.

9.2 Не рекомендуется осуществлять перегрузку смесей из одного транспортного средства в другое во избежание появления расслоения бетонной смеси.

9.3 Транспортирование бетонной смеси с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» в монолитном строительстве необходимо осуществлять в соответствии с положениями СП 70.13330.2012.

9.4 В случае приготовления бетонной смеси на бетоносмесительной установке, транспортирование рекомендуется производить автобетоносмесителями. После каждого рейса барабаны должны промываться водой. При этом следует предусмотреть мероприятия по извлечению фибры из стоков.

9.5 Допускаемое минимальное значение подвижности бетонной смеси с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» при транспортировании автобетоносмесителями должно составлять 9÷10 см (марки П2-П3) по ГОСТ 7473-2010 - при укладке с помощью бункера или бады.

9.6 Время от начала затворения бетонной смеси с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» до ее укладки и уплотнения не должно превышать 1,5 – 2,0 ч для монолитных конструкций и 45 минут для сборных бетонных и железобетонных изделий.

10. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ БЕТОНОВ С ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТЬЮ К ВЗРЫВООБРАЗНОМУ РАЗРУШЕНИЮ БЕТОНА

10.1 Расчет конструкций из бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона выполняется в соответствии с положениями СП 63.13330.2012.

10.2 Расчетные физико-механические характеристики бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона (бетоны с добавкой микрофибры «PROZASK IGS»), составы которых соответствуют рекомендациям настоящего стандарта, следует принимать аналогично характеристикам тяжелых и мелкозернистых бетонов, указанных в таблицах раздела 6.1 СП 63.13330.2012

10.3 В случае применения дозировок полипропиленой микрофибры «PROZASK IGS», превышающих эффективный диапазон, указанный в разделе 5 настоящего СТО, расчеты бетонных и железобетонных конструкций следует выполнять по нормам для фибробетонных конструкций (19). При этом предварительно необходимо провести лабораторные исследования физико-механических характеристик бетона принятого состава: прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе, модуль упругости, коэффициент Пуассона.

10.4 При расчете и проектировании бетонных и железобетонных конструкций подземных сооружений коллекторов, тоннелей и метрополитена, конструкций мостов и транспортных тоннелей, а также гидротехнических сооружений необходимо соблюдать требования соответствующих нормативных документов (СП 35.13330.2011, СП 120.13330.2012, СП 122.13330.2012 и т.д.)

11. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ ИЗ БЕТОНОВ С ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТЬЮ К ВЗРЫВООБРАЗНОМУ РАЗРУШЕНИЮ БЕТОНА

11.1 Минимальная толщина конструкции должна составлять не менее двух длин фибр.

11.2 Минимальное расстояние между арматурными стержнями в свету, обеспечивающее качественное бетонирование, должно составлять не менее длины фибры плюс 10 мм, а также удовлетворять требованиям раздела 10 СП 63.13330.2012.

11.3 После укладки бетонной смеси в опалубку, необходимо выполнять уплотнение уложенной бетонной смеси методом вибрирования.

11.4 Прочие конструктивные требования следует принимать в соответствии с положениями СП 63.13330.2012

11.5 Перед укладкой и в процессе укладки бетонной смеси, в которую добавлена микрофибра «PROZASK IGS», необходимо выполнять визуальный контроль на наличие комков фибры. Выявление комкования микрофибры свидетельствует о несоблюдении технологии изготовления бетонной смеси. Такая бетонная смесь не может применяться для изготовления бетонных и железобетонных конструкций.

11.6 При приемке конструкций, изготовленных из бетона с добавкой микрофибры «PROZASK IGS», необходимо контролировать качество поверхности конструкций. На поверхности бетона не должно быть видно фибр или их комков, поверхность бетона должна быть гладкой, равномерной, свободной от дефектов.

11.7 При изготовлении монолитных конструкций, производстве и монтаже сборных конструкций, выполненных из бетонов с повышенной стойкостью к взрывообразному разрушению бетона (с добавкой микрофибры), необходимо выполнять положения СП 70.13330.2012, СП 130.13330.2011.

12. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

12.1 При изготовлении бетонных и железобетонных конструкций из бетонов с добавкой микрофибры «PROZASK IGS» следует руководствоваться положениями СНиП 12-03, СНиП 12-04, ГОСТ Р 8.589-2001, стандартами организаций по безопасности и инструкциями по охране труда.

12.2 Безопасность при изготовлении бетонных смесей и конструкций из них обеспечивают выбором соответствующих производственных процессов по ГОСТ 12.3.020-80 и режимов работы производственного оборудования по ГОСТ 12.2.003-91, соблюдением требований пожаробезопасности – по ГОСТ 12.1.004-91; электробезопасности по ГОСТ 12.1.030-81; соблюдением общих требований по работе с вредными веществами согласно ГОСТ 12.1.007-76; соблюдением требований вибрационной безопасности по ГОСТ 12.1.012-2004 и выбора способов безопасного производства погрузочно-разгрузочных работ по ГОСТ 12.3.009-76, ГОСТ 12.3.020-80.

12.3 Для персонала, занятого изготовлением, транспортировкой бетонной смеси и изготовлением конструкций, обязательно использование средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.011-89 и ГОСТ 12.4.103-83 (спецодежда, спецобувь, рукавицы или перчатки, каски и др.). В местах возможной загазованности и запыленности для защиты органов дыхания следует применять средства индивидуальной защиты (СИЗ) по ГОСТ 12.4.034-2001 и ГОСТ 12.4.028-76, для защиты лица и глаз – средства индивидуальной защиты (СИЗ) по ГОСТ 12.4.153-85. Необходимо соблюдение мер личной гигиены.

12.4 Каждый работник для допуска к работе должен пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте с соответствующей записью в журнале.

12.5 Производственный персонал, работающий с вредными опасными веществами и производственными факторами, должен проходить предварительный и периодический медосмотры согласно требованиям Приказа Министерства здравоохранения и медицинской промышленности РФ № 90 от 14.03.96 г.

12.6 Перед началом использования синтетических полипропиленовых волокон (микрофибры и макрофибры) необходимо ознакомиться с положениями о вредных условиях, предупредительными мерами и правилами оказания первой медицинской помощи, представленными в Листе данных по безопасности материала.

12.7 Для предупреждения воздействия на работников вредных веществ, применяемых при производстве бетонной смеси с добавлением фибры, необходимо выполнять требования ГОСТ 12.1.005, паспортов безопасности материалов и ТУ на материалы.

12.8 Строительные материалы для приготовления бетонной смеси с применением фибры не должны оказывать негативное влияние на здоровье человека, т.е. не выделять вредных веществ, радиации, спор грибов и бактерий в окружающую среду.

12.9 Радиационная безопасность бетона должна подтверждаться сертификатом на исходные материалы с указанием активности радионуклидов и класса материалов в соответствии с требованиями ГОСТ 30108-94.

12.10 Уровень шума и вибрации на рабочих местах не должен превышать величин, указанных соответственно в СН 2.2.4/2.1.8.566 и СН 2.2.4/2.1.8.562.

12.11 Естественное и искусственное освещение в производственных и вспомогательных цехах, а также на территории предприятия должно соответствовать требованиям СНиП 23-05 и СП 52.13330.2011.

12.12 При производстве конструкций из бетона с добавлением фибры в заводских условиях или бетонировании непосредственно на объекте следует применять технологические процессы, не загрязняющие окружающую среду, и предусматривать комплекс мероприятий с целью её охраны в соответствии с требованиями специальных инструкций.

12.13 Запрещается сбрасывать или сливать в водоемы и канализацию материалы, растворы, а также отходы, образующиеся от промывки технологического оборудования и трубопроводов. В случае невозможности исключения сброса или слива вышеуказанных материалов или отходов необходимо предусматривать предварительную очистку стоков.

12.14 Запыленный воздух от технологических систем (пневмотранспорт цемента, фибры и др.) и аспирационных систем, расположенных в цехах и помещениях (бетоносмесительных цехах, складах цемента, отделениях по приготовлению фактурных составов и др.) перед выбросом в атмосферу должен подвергаться очистке от пыли с эффективностью не менее 99 %.

12.15 Вода, используемая для промывки технологического оборудования и содержащая различные примеси (частицы цемента, смазки, масла и др.) должна подвергаться очистке на локальных очистных сооружениях до концентраций, при которых она снова может поступать на технологические нужды для обеспечения бессточного производства.

12.16 Затвердевший бетон не должен выделять в воздушную среду токсических веществ.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] В.И. Голованов, «Экспериментальные исследования огнестойкости блоков обделки тоннельных коллекторов», «Журнал «Пожарная безопасность», 2011, №4,
- [2] В.А. Гарбер, Н.Н. Симонов, Е.В. Щекудов «Вопросы обеспечения пожарной безопасности в тоннелях и метрополитенах», журнал «Подземные горизонты», 2016 №9,
- [3] А.Д. Голиков, П.М. Агеев, Е.Ю. Черкасов, Я.В. Рощина «История исследования в области пожарной безопасности метрополитенов», журнал «Метро и тоннели», 2016, №3,
- [4] А.Ф. Милованов, В.В. Соломонов, И.С. Кузнецова «Состояние основного железобетонного ствола Останкинской телевизионной башни после пожара», журнал «Бетон и железобетон», 2001, №3,
- [5] С.П. Антонов «Российское законодательство и требования по обеспечению огнестойкости тоннельных конструкций», журнал «Метро и тоннели», 2016, №3,
- [6] В.С. Федоров, В.И. Колчунов, В.Е. Левитский «Противопожарная защита зданий. Конструктивные и планировочные решения», издательство АСВ, 2013,
- [7] Ф.Н. Рабинович, С.М. Баев «Эффективность применения полимерных фибр для дисперсного армирования бетона», журнал «Промышленное и гражданское строительство», 2009, №8,
- [8] Р.Ш. Еналеев, Э.Ш. Теляков, С.В. Анаников, В.С. Гасилов «Огнестойкость бетона: европейское нормирование в строительстве», журнал «Fundamental research», 2012, №9,
- [9] P. Tatnall «Shotcrete in fires: Effect of Fibers on Explosive Spalling», Shotcrete, Fall 2002,
- [10] G.A. Khoury «Explosive spalling of concrete in fire. Influence of load level and fiber length», UK, FSD, 2010, July
- [11] G.A. Khoury «Polypropylene fibers in heated concrete», UK, Structural concrete, 2007, March
- [12] G.A. Khoury «Explosive spalling of concrete in fire. Role of fiber diameter», FSD, 2010, June
- [13] P. Shuttleworth «Fire protection of concrete tunnel linings», UK, Rail Link Engineering
- [14] S. Thelandersson «Mechanical behaviour of concrete under torsional loading at transient, high-temperature conditions», Sweden, Lund Institute, 1974, November
- [15] G.A. Khoury «Tunnel concrete under fire», Concrete 2006, November
- [16] A. Kitchen «Polypropylene fibres reduce explosive spalling in fire», Concrete 2001, April
- [17] BRE GLOBAL «Fire testing of fibre reinforced concrete- Interim report», 2006, June

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Бетон, железобетон, конструкции, полипропиленовая микрофибра, синтетические волокна, добавка, огнестойкость, предел огнестойкости по целостности, предел огнестойкости по несущей способности, трещиностойкость, стойкость ко взрывообразному разрушению, взрывообразное разрушение бетона.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ