Общество с ограниченной ответственностью

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ**

 **И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**ВНИИЖЕЛЕЗОБЕТОН**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Испытательный центр «НИЦстром» ООО «Институт ВНИИжелезобетон»**

111141, Москва, ул. 2-я Владимирская, д. 62а

|  |  |
| --- | --- |
| **УТВЕРЖДАЮ**:Исполнительный директор ООО «Институт ВНИИжелезобетон» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д.И. Сергеев«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 г. | **УТВЕРЖДАЮ**:Руководитель ИЦ «НИЦстром» ООО «Институт ВНИИжелезобетон» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.А. Сафонов «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 г.  |

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 03/11.2.1/36/2022-5**

г. Москва 25 апреля 2022 г.

1. **Наименование объекта испытаний**

Сухие смеси полистиролбетона TermoWhite WD 100 и TermoWhite WD 70

1. **Заказчик**

ООО «ТермоВайт-Рус»

1. **Основание для проведения испытаний**

Договор-счёт № 03/11.2.1/36/2022 от 28.03.2022

1. **Цель испытаний**

Определить прочность на растяжение при изгибе образцов-призм размером 100×100×400 мм из полистиролбетона ThermoWhite WD 100 и ThermoWhite WD 70 в соответствии с требованиями ГОСТ 33929-2016 и ГОСТ 10180-2012.

1. **Сведения об испытанных образцах**

Заказчиком были предоставлены компоненты для изготовления образцов: сухая смесь на основе общестроительного цемента (сухая смесь TermoWhite WD 100), сухая смесь на основе белого портландцемента общестроительного назначения (сухая смесь TermoWhite WD 70) и пенополистирольные гранулы вторичной переработки пенополистирольных материалов путем дробления.

Из предоставленных компонентов в рамках испытаний были изготовлены образцы-призмы размером 100×100×400 мм из полистиролбетона «ThermoWhite».

Было изготовлено 2 состава полистиролбетона. Рецептура составов была задана Заказчиком и приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура полистиролбетонов «ThermoWhite»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № состава | Наименование полистиролбетона и сухой смеси для его приготовления | Расход компонента |
|  Сухая смесь , кг | Пенополистирольные гранулы, м3 | Вода, л |
| 1 | TermoWhite WD 70  | 50 | 1,1 | 32 |
| 2 | TermoWhite WD 100  | 65 | 1,1 | 40 |

1. **Методика изготовления образцов**
	1. Приготовленную полистиролбетонную смесь уложили в формы размером 500×500×100 мм, при этом с помощью уплотнения обеспечили бездефектность готового материала.
	2. Условия твердения

- С момента окончания формования до возраста 48 ч, материал хранили в формах в камере с нормальными условиями твердения: с температурой (20 ± 2) °С и относительной влажностью воздуха (95 ± 5) %;

- В возрасте 48 ч затвердевший полистиролбетон извлекли из форм и поместили снова в камеру с нормальными условиями твердения до достижения возраста 28 сут.

* 1. Подготовка образцов

При достижении полистиролбетоном 28 суток из призм 500×500×100 мм были вырезаны без увлажнения образцы в форме образцов-призм с размерами 400×100×100 мм. Для каждого состава изготовили по 4 образца-призмы.

Образцы подлежали испытаниям в состоянии естественной влажности. Такое влажностное состояние образцов достигалось выдерживанием (кондиционированием) при температуре (23±2) °С и относительной влажности воздуха (50±5)% (что соответствует требованиям ГОСТ EN 826-2011) в течение 8 суток до достижения постоянной массы, когда разница 2-х последующих взвешиваний отличалась не более чем на 0,1%, (взвешивание осуществлялось с периодичностью раз в 24 часа).

* 1. Проведение испытания

Испытание образцов проводилось согласно требованиям ГОСТ 33929-2016, руководствуясь требованиями ГОСТ 10180-2012.

Образец-призму устанавливают в испытательную машину по схеме на рисунке 1 так, чтобы плоскость изгиба образцов-призм была параллельна слоям укладки.



a, b- ширина и высота образца; F- нагрузка; q- распределенная нагрузка; l- пролет;

*1* - образец; *2* - шарнирно-неподвижная опора; *3* - шарнирно-подвижная опора

Рисунок 1 - Схема испытания на растяжение при изгибе

Требования ГОСТ 10180-2012 по скорости нарастания нагрузки (0,05±0,01) МПа/с.

не подходят для испытаний данных образцов полистиролбетона, поэтому образцы нагружали при постоянной скорости движения подвижной плиты испытательной машины 10 мм/мин, согласно требованиям ГОСТ EN 826-2011. Образец нагружают до момента разрушения образца.

* 1. Обработка результатов
		1. Прочность полистиролбетона на сжатие рассчитывался по двум методикам: согласно требованиям ГОСТ 10180-2012 и согласно требованиям ГОСТ 33929-2016.

Расчет прочности на растяжении при изгибе и на осевое растяжение полистиролбетона плотностью порядка 100 кг/м3 (D100) не может быть выполнен полностью по рекомендациям ГОСТ 10180-2012, ГОСТ 33929-2016, т.к. в данной нормативной документации отсутствуют значения коэффициентов для данной продукции. Ввиду отсутствия данных по коэффициентам δ, Кw, К при расчётах были использованы коэффициенты близких по свойствам продукции.

При расчёте коэффициента Кw  используется фактическая влажность полистиролбетона, но по каждой методике расчёт Кw отличается, так, в случае использования ГОСТ 10180-2012 берутся значения, предназначенные для ячеистого бетона, ав случае использования ГОСТ 33929-2016 берутся значения, предназначенные для полистиролбетона плотностью D150.

* + 1. Расчёт прочности на растяжение при изгибе согласно требованиям ГОСТ 10180-2012.

Прочность полистиролбетона на растяжение при изгибе Rtb, МПа, вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле (1)

|  |  |
| --- | --- |
| $$R\_{tb}=δ\frac{Fl}{ab²}К\_{w}×10³,$$ | ((1) |

Где F- Разрушающая нагрузка, Н;

a, b, l- ширина, высота поперечного сечения призмы и расстояние между опорами соответственно при испытании образцов на растяжение при изгибе, мм;

Кw - поправочный коэффициент для полистиролбетона, учитывающий влажность образцов в момент испытания, рассчитан для каждого образца (значения взяты из данных предназначенных для ячеистого бетона).

δ – масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности бетона в образцах базовых размера и формы, δ =1, так как для определения данного коэффициента недостаточно экспериментальных данных.

10-3- коэффициент пересчёта Па в кПа.

Результат вычисления округляют до 0,1 кПа

* + 1. Расчёт прочности на растяжение при изгибе согласно требованиям ГОСТ 33929-2016

Прочность полистиролбетона на растяжение при изгибе Rtb, МПа, вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле (2)

|  |  |
| --- | --- |
| $$R\_{tb}=δ\frac{Fl}{ab²}К\_{w}×10³,$$ | ((2) |

где F — разрушающая нагрузка, Н;

a, b, l- ширина, высота поперечного сечения призмы и расстояние между опорами соответственно при испытании образцов на растяжение при изгибе, мм;

Кw - поправочный коэффициент для полистиролбетона, учитывающий влажность образцов в момент испытания, рассчитан в соответствии с требованиями ГОСТ 33929-2016 для каждого образца, исходные данные взяты для минимальной предусмотренной плотности пенополистиролбетона D150;

δ – масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности бетона в образцах базовых размера и формы, δ =1, так как для определения данного коэффициента недостаточно экспериментальных данных;

103- коэффициент пересчёта Па в кПа.

Результат вычисления округляют до 0,1 кПа

* + 1. Расчёт прочности на осевое растяжение согласно требованиям ГОСТ 33929-2016

Прочность полистиролбетона на осевое растяжение Rt, кПа, вычисляют с точностью до 0,1 кПа по формуле (3):

|  |  |
| --- | --- |
| $$R\_{t}=R\_{tb}×К,$$ | (3) |

где К- коэффициент пересчёта, К=0,32, согласно ГОСТ 33929-2016 для полистиролбетона плотностью более D150

Rtb – прочность полистиролбетона на растяжение при изгибе, которая рассчитана согласно ГОСТ 33929-2016.

* + 1. Среднюю прочность полистиролбетона на растяжение при изгибе и на осевое растяжение в серии образцов определяют как среднеарифметическое значение всех испытанных образцов серии.
1. **Результаты испытаний.**

Таблица 2. Результаты испытаний образцов пенополистиролбетона размером 100×100×400 мм на растяжение при изгибе по ГОСТ 10180-2012 и ГОСТ 33929-2016

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Датаизго- тов-ле-ния | Мар-ки-ровка образ-ца1 | Дата испы-тания | Характеристика образца | Результаты испытаний |
| Разру-шающая нагруз-ка, Н | Расчёт по ГОСТ 10180-2012 | Расчёт по ГОСТ 33929-2016 |
| Мас-са, г | Размеры, см | Сред-няя плот-ность, кг/м3 | Влаж-ность, % | Коэффициент, учитывающий влажность образцов в момент испытаний (Kw) | Прочность на растяжение при изгибе образца, кПа | Средняя проч-ность на растя-жение при изгибе в серии, кПа | Коэффици-ент, учиты-вающий влажность образцов в момент испытаний (Kw) | Проч-ность на растяже-ние при изгибе образца, кПа | Средняя проч-ность на растяже-ние при изгибе в серии, кПа | Проч-ность на осевое растяже-ние образца, кПа2 | Средняя проч-ность на осевое растяже-ние образца, кПа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 03.03.2022 | 1/1 | 8.04.2022 | 335 | 100×99×401 | 84 | 9,1 | 57,2 | 0,982 | 17,2 | 20,2 | 1,0604 | 18,4 | 21,6 | 5,9 | 6,9 |
| 1/2 | 318 | 98×98×398 | 83 | 9,6 | 78,9 | 0,992 | 24,9 | 1,0663 | 26,8 | 8,6 |
| 1/3 | 343 | 101×99×400 | 86 | 9,4 | 64,0 | 0,988 | 19,2 | 1,0639 | 20,2 | 6,5 |
| 1/4 | 311 | 100×100×399 | 78 | 9,9 | 64,8 | 0,998 | 19,4 | 1,0698 | 20,8 | 6,7 |
| 03.03.2022 | 2/1 | 8.04.2022 | 430 | 99×100×401 | 108 | 10,0 | 145,1 | 1,000 | 44 | 40,2 | 1,0710 | 47,6 | 43,4 | 15,2 | 13,9 |
| 2/2 | 457 | 100×98×397 | 117 | 9,7 | 165,7 | 0,994 | 51,5 | 1,0675 | 54,1 | 17,3 |
| 2/3 | 446 | 98×101×399 | 113 | 9,0 | 123,3 | 0,980 | 36,3 | 1,0592 | 40,4 | 12,9 |
| 2/4 | 377 | 99×100×400 | 95 | 9,3 | 96,4 | 0,986 | 28,8 | 1,0627 | 31,4 | 10 |
| Примечания:1Условное обозначение испытываемых образцов: «1» – пенополистиролбетон ThermoWhite WD 70, «2» – пенополистиролбетон ThermoWhite WD 100, вторая цифра обозначает номер образца в серии.2Прочность на осевое растяжение рассчитана по ГОСТ 33929-2016, при этом использованы значения прочности на растяжение при изгибе, умноженные на коэффициент К=0,32. |

Заведующий лабораторией ХД и МБ, к.х.н Г.И. Капаев

Ведущий технолог лаборатории ХД и МБ Ю.В. Калашников

Инженер-технолог лаборатории ХД и МБ Д.М. Рыбаков