



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012122575/03, 01.06.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.06.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.06.2012

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2013 Бюл. № 34

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2230717 C1, 20.06.2004. RU 2430068 C1, 27.09.2011. SU 1618743 A1, 07.01.1991. RU 2338724 C1, 20.11.2008. CN 102173674 A, 07.09.2011. AU 2005100770 A4, 05.01.2006. ДВОРКИН Л.И. и др., Строительные материалы из отходов промышленности, «Феникс», Ростов-на-Дону, 2007, с. 345 - 346

Адрес для переписки:

111524, Москва, ул. Плеханова, 7, ЗАО
"ВНИИжелезобетон"

(72) Автор(ы):

Рахманов Виктор Алексеевич (RU),
Мелихов Владислав Иванович (RU),
Козловский Анатолий Иванович (RU),
Юнкевич Алексей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Закрытое Акционерное Общество "Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт "ВНИИжелезобетон" (RU)

(54) ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННО-КОНСТРУКЦИОННЫЙ ПОЛИСТИРОЛБЕТОН

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительным материалам, в частности к полистиролбетонам, используемым в теплосберегающих ограждающих конструкциях зданий и сооружений. Теплоизоляционно-конструкционный полистиролбетон плотностью 225-350 кг/м³, полученный из смеси, содержащей портландцемент, воду, комплексную воздухововлекающую и пластифицирующую добавку многофункционального действия, представляющую собой сбалансированную смесь в сухом или жидком виде, состоящую из воздухововлекающей добавки ПО-01Б на основе продуктов окисления отходов пищевой промышленности и пластификатора поликарбоксилатного типа или сульфированного продукта поликонденсации меламин с формальдегидом с числом звеньев в

молекулярной цепи 18-27 при массовом соотношении: воздухововлекающая добавка: пластификатор, равном 1:(0,25-0,5), и удельном расходе указанной комплексной добавки 0,06-0,15 мас.% от массы портландцемента, полистирол вспененный гранулированный ПВГ с объемным содержанием в полистиролбетоне - ф в пределах 0,40-0,60, полученный после 3-кратного вспенивания исходного полистирольного бисера крупностью 0,7-1,0 мм и характеризующийся комплексным безразмерным показателем качества ПВГ - п в пределах 1,5-1,75, значения которого определяют при проектировании состава полистиролбетона

по формуле:
$$n = 1,5 + K_1 \sqrt{\frac{K_2 d_6 \rho_{\text{ПВГ}}^n}{d_{\text{ср}} \rho_{\text{ПВГ}}}} - 1,$$

где K_1 и K_2 - коэффициенты, отражающие особенности технологии получения ПВГ, значения которых находятся соответственно в пределах 1,1-1,3 и 8,0-10,8; d_6 - средний диаметр исходного полистирольного бисера, мм; d_{cp} - средневзвешенный диаметр гранул ПВГ, мм; $\rho_{ПВГ}^H$

и $\rho_{ПВГ}$ - насыпная и средняя плотности гранул ПВГ, $кг/м^3$. Технический результат - создание теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона плотностью 225-350 $кг/м^3$ с оптимальными свойствами: повышение прочности и теплоизоляционных свойств. 3 пр., 1 табл.

R U 2 5 1 5 6 6 4 C 2

R U 2 5 1 5 6 6 4 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2012122575/03, 01.06.2012**(24) Effective date for property rights:
01.06.2012

Priority:

(22) Date of filing: **01.06.2012**(43) Application published: **10.12.2013** Bull. № 34(45) Date of publication: **20.05.2014** Bull. № 14

Mail address:

**111524, Moskva, ul. Plekhanova, 7, ZAO
"VNIIZhelezobeton"**

(72) Inventor(s):

**Rakhmanov Viktor Alekseevich (RU),
Melikhov Vladislav Ivanovich (RU),
Kozlovskij Anatolij Ivanovich (RU),
Junkevich Aleksej Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Zakrytoe Aktsionernoe Obshchestvo "Nauchno-
issledovatel'skij, proektno-konstruktorskij i
tehnologicheskij institut "VNIIZhelezobeton"
(RU)**(54) **HEAT-INSULATING CONSTRUCTIVE POLYSTYRENE CONCRETE**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to construction materials, in particular to polystyrene concretes, used in heat-preserving protective structures of buildings and constructions. Heat-insulating constructive polystyrene concrete with density 225-350 kg/m³, is obtained from mixture, which contains Portland cement, water, complex air-involving and plasticising additive of multifunctional action, which represents balanced mixture in dry or liquid form, consisting of air-involving additive PO-01B based on products of oxidation of food industry wastes and plasticiser of polycarboxilate type or sulfonated product of polycondensation of melamine with formaldehyde with number of links in molecular chain equal 18-27 with weigh ratio: air-involving additive: plasticiser, equal 1:(0.25-0.5), and specific consumption of said complex additive 0.06-0.15 wt % of Portland cement weight, polystyrene foamed granulated (PFG) with volume content in polystyrene concrete - φ in the range 0.40-0.60, obtained after triple foaming of initial polystyrene beads with coarseness 0.7-1.0 mm and

characterised by complex dimensionless index of PFG quality - n in the range 1.5-1.75, whose values are determined in the process of designing polystyrene concrete composition by formula:

$$n = 1,5 + K_1 \sqrt{\frac{K_2 d_b \rho_{PFG}^b}{d_{av} \rho_{PFG}}} - 1 \quad \text{where } K_1 \text{ and}$$

K_2 are coefficients, reflecting peculiarities of technology of PFG obtaining, values of which are respectively in the range 1.1-1.3 and 8.0-10.8; d_b is the average diameter of initial polystyrene beads, mm; d_{av} is average weighted diameter of PFG granules, mm; ρ_{PFG}^b and ρ_{PFG} are bulk and average densities of PFG granules, kg/m³.

EFFECT: creation of heat-insulating constructive polystyrene concrete with density 225-350 kg/m³ with optimal properties: increased strength and heat-insulating properties.

3 ex, 1 tbl

Изобретение относится к строительным материалам, в частности к полистиролбетонам плотностью 225-350 кг/м³, используемым в теплосберегающих ограждающих конструкциях зданий и сооружений.

Известен полистиролбетон (ГОСТ Р 51263-99, разработанный ВНИИжелезобетоном), состоящий из пенополистирольного заполнителя (полистирола вспененного гранулированного - ПВГ), портландцемента или шлакопортландцемента, добавок и воды.

В этом ГОСТе нормированы характеристики ПВГ и показатели полистиролбетона по плотности и прочности в широких диапазонах, нечетко увязанные друг с другом, что не позволяет гарантированно получить оптимизированные показатели качества материала (повышенные значения прочности при пониженных марках по плотности).

Наиболее близким по технической сути предлагаемого материала является конструкционно-теплоизоляционный экологически чистый полистиролбетон (патент РФ №2230717), который принят в качестве прототипа.

Согласно указанному патенту полистиролбетон изготавливается из смеси, включающей (в % по массе): минеральное вяжущее (портландцемент или шлакопортландцемент) - 49÷73,5, пенополистирольный заполнитель (ПВГ) насыпной плотностью 5-20 кг/м³ - 1,2÷12, комплексную добавку - 0,75÷1,50 и воду (остальное).

При этом минеральное вяжущее из портландцемента или шлакопортландцемента может содержать минерально-полимерную добавку (до 5%) и тонкомолотый шлак (до 55%). Комплексная добавка включает воздухововлекающую (15-100%), пластифицирующую (0,35%) добавки и ускоритель твердения (0-50%).

Воздухововлекающая добавка содержит смолу древесную омыленную или смолу нейтрализованную воздухововлекающую в твердом или жидком состоянии в количестве 0,2-0,5% от массы вяжущего или хостапур в количестве 0,005-0,0175% от массы вяжущего, а также добавку из группы смесь натриевых или триэтаноламиновых солей сульфатов моноэтаноламидов синтетических жирных кислот фракции C₉-C₁₄, или смесь натриевых или триэтаноламиновых солей алкилсерных кислот фракции C₁₀-C₁₆, или смесь натриевых или триэтаноламиновых солей алкилсульфатов первичных жирных спиртов фракций C₁₀-C₁₆, или смесь полиоксиэтилированных нонилфенолов с числом оксиэтиленовых групп от 3 до 18, или смесь натриевых солей нонилфенилполиоксиэтиленуксусных кислот с содержанием оксиэтиленовых групп от 5 до 15, или их бинарные или тройные смеси в соотношении 1:(0,1-1) или 1:1:1 соответственно.

Пластифицирующая добавка содержит модифицированные лигносульфонаты в количестве 0,15-0,3% от массы вяжущего или продукты химической поликонденсации сульфированных углеводов ароматического ряда на основе нафталина, меламина или отходов их производств в количестве 0,3-0,5% от массы вяжущего.

Ускоритель твердения содержит водорастворимую соль - сульфат или хлорид щелочного или щелочноземельного металла в количестве 0,5-1% от массы вяжущего.

Изготовление ПВГ осуществляют вспениванием по одно или многостадийной технологии при температуре 60-105°C.

Прототип имеет следующие недостатки:

- состав полистиролбетона при использовании ПВГ с насыпной плотностью широкого диапазона - 5-20 кг/м² не увязан со средним размером гранул заполнителя и его объемным содержанием (концентрацией) в полистиролбетоне;

- так как на качество ПВГ и связанные с ним показатели полистиролбетона влияет

комплекс характеристик, в частности исходный размер гранул полистирольного бисера, средневзвешенный размер (диаметр), насыпная и средняя плотность полученных гранул, а также особенности технологии и используемого оборудования для получения заполнителя, то это, вероятно, должно отражаться комплексным показателем, который

5 не приводится;

- применение шлакопортландцемента или добавки тонкомолотого шлака, хотя и способствует некоторому снижению теплопроводности полистиролбетона, однако не позволяет получать повышенные и стабильные показатели материала по прочности для заданной плотности;

10 - применение воздухововлекающих добавок типа омыленной или нейтрализованной древесной смолы или хостапура и пластифицирующих добавок на основе лигносульфонатов не обеспечивает получение полистиролбетона со стабильной по размерам мелкопористой структурой, а использование добавки ускорителя твердения на основе сульфатов или хлоридов щелочного или щелочноземельного металла ухудшает

15 условия труда при производстве изделий из полистиролбетона и снижает защитные свойства полистиролбетона в армированных стальной арматурой изделиях.

Задачей изобретения является создание теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона плотностью 225-350 кг/м³ с оптимальными свойствами.

Задача решается тем, что повышенные прочностные и теплоизоляционные свойства полистиролбетона обеспечиваются использованием ПВГ с объемным содержанием в полистиролбетоне - φ в пределах 0,40-0,60, полученного после 3-кратного вспенивания исходного полистирольного бисера крупностью 0,7-1,0 мм, и характеризующегося комплексным безразмерным показателем качества ПВГ - n в пределах 1,5-1,75, значения

25

$$n = 1,5 + K_1 \sqrt{\frac{K_2 d_b \rho_{ПВГ}^n}{d_{cp} \rho_{ПВГ}} - 1},$$

где K₁ и K₂ - коэффициенты, отражающие особенности технологии получения ПВГ, значения которых находятся соответственно в пределах 1,1-1,3 и 8,0-10,8; d_b - средний диаметр исходного полистирольного бисера, мм; d_{cp} - средневзвешенный диаметр гранул ПВГ, мм; ρ_{ПВГ}ⁿ - насыпная и ρ_{ПВГ} - средняя плотности гранул ПВГ, кг/м³.

30

При этом используют комплексную воздухововлекающую и модифицирующую добавку КВМД многофункционального действия, обладающую эффектом воздухововлечения и пластификации полистиролбетонной смеси, представляющую собой однородную гармонично сбалансированную смесь в сухом или жидком виде, состоящую из воздухововлекающей добавки на основе продуктов окисления отходов пищевой промышленности в виде натриевых солей алкилсульфатов органических

40 кислот фракции C₉-C₁₂ и пластификатора поликарбосилатного типа или сульфированного продукта поликонденсации меламина с формальдегидом с числом звеньев в молекулярной цепи 18-27 при массовом соотношении компонентов воздухововлекающая добавка:пластификатор, равном 1:0,3, при удельном расходе комплексной добавки 0,12 мас.% по активному веществу от массы портландцемента.

45

Примерами добавок, которые могут использоваться как составляющие КВМД, являются воздухововлекающая добавка ПО-01Б, пластификатор ГЛЕНИУМ АСЕ430, пластификатор F-10. ГЛЕНИУМ АСЕ430 является пластификатором поликарбосилатного типа, пластификатор F-10 представляет собой продукт

поликонденсации сульфированного меламина с формальдегидом.

Использование комплексного показателя качества ПВГ - n и его объемного содержания в полистиролбетоне - φ позволяет оценивать и оптимизировать характеристики материала, а применение для полистиролбетона исключительно портландцемента вместо шлакопортландцемента и добавок граншлака, добавки КВМД вместо добавок по прототипу обеспечивает стабильность структуры полистиролбетонной смеси и получение повышенных и оптимизированных показателей полистиролбетона по прочности для заданной плотности материала и способствует снижению его характеристик по плотности и теплопроводности при прочих равных условиях. Кроме того, использование добавок типа КВМД, обладающих свойствами ускорения твердения бетона, позволяет отказаться от применения специальных добавок-ускорителей.

Предлагаемый расчетный метод определения комплексного показателя качества ПВГ - «n» позволяет получать материал пониженной теплопроводности с заданной прочностью при сокращении трудоемкости работ по проектированию и подбору состава полистиролбетона в заводских условиях.

Поставленная задача решается следующим образом.

Пример 1

Для изготовления полистиролбетона марки по средней плотности D300 используется ПВГ, полученный вспениванием полистирольного бисера с исходной крупностью зерен $d_6=0,77$ мм. В результате 3-кратного вспенивания получен ПВГ со средневзвешенным размером гранул $d_{cp}=3,81$ мм, средней плотностью гранул ПВГ $\rho_{ПВГ}=16,3$ кг/м³ и насыпной плотностью $\rho_{ПВГ}^H = 8,65$ кг/м³.

При средних значениях $K_1=0,5(1,1+1,3)=1,2$ и $K_2=0,5(8,0+10,8)=9,4$ комплексный показатель качества ПВГ будет равен

$$n = 1,5 + K_1 \sqrt{\frac{K_2 d_6 \rho_{ПВГ}^H}{d_{cp} \rho_{ПВГ}}} - 1 = 1,5 + 1,2 \sqrt{\frac{9,4 \cdot 0,77 \cdot 8,65}{3,81 \cdot 16,3}} - 1 = 1,61.$$

Расход материалов на 1 м³ полистиролбетона был принят:

- портландцемента активностью $R_{ц}=40$ МПа $Ц=244$ кг;

- воды - 116 л;

- ПВГ - 0,8 м³ (при объемной концентрации в полистиролбетоне $\varphi=0,45$);

- порообразующей добавки ПО-01Б - 0,02 (2%) от массы цемента.

Цементно-водное отношение $Ц/В=:244:116=2,1$.

Без использования добавок-пластификаторов получен полистиролбетон плотностью $\rho_{ПСБ}=287$ кг/м³ (марка по средней плотности D300) и прочностью в 28-дневном возрасте $R_{ПСБ}=0,93$ МПа с теплопроводностью в сухом состоянии $\lambda_0=0,082$ Вт/(м·°С). При коэффициенте вариации полистиролбетона по прочности $V_{п}=12\%$ достигнутая прочность соответствует классу В0,75.

Пример 2

Использование пластифицирующей добавки ГЛЕНИУМ АСЕ430 при дозировке 0,07% от массы портландцемента при одинаковой (как и для смеси без добавки-пластификатора) удобоукладываемости полистиролбетонной смеси позволило уменьшить расход воды до 104 л/м³.

При том же $C/V=2,1$ расход цемента составил $C=2,1 \cdot 104 \approx 218 \text{ кг/м}^3$.

При концентрации ПВГ $\varphi=0,55$ (расход ПВГ - $1,0 \text{ м}^3/\text{м}^3$) и применении портландцемента с активностью $R_C=50 \text{ МПа}$ получен полистиролбетон плотностью $\rho_{\text{ПСБ}}=259 \text{ кг/м}^3$ (марка по средней плотности D250) с той же прочностью $R_{\text{ПСБ}}=0,93 \text{ МПа}$ (класса В0,75), имеющего теплопроводность в сухом состоянии $\lambda_0=0,072 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$.

Пример 3

При совместном использовании порообразующей и пластифицирующей добавок ПО-01Б и F-10 при дозировках 0,02% и 0,07% от массы цемента при прочих равных условиях позволило уменьшить расход ПВГ с $1,0 \text{ м}^3/\text{м}^3$ до $0,8 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при одновременном снижении теплопроводности на 7,5% и сохранении физико-химических характеристик полистиролбетона.

Другие примеры конкретной реализации предложенных технических решений приведены в таблице 1.

Реализация заявленного теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона позволяет (по сравнению с прототипом) для заданного класса по прочности материала снизить его среднюю плотность на 1 ступень и теплопроводность на 12-24%.

Источники информации

1. ГОСТ Р 51263-99. Полистиролбетон. Технические условия.
2. Патент №2230717, кл. С1.04В 38/08, 38/10.

| Таблица 1 | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------|--|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|------------------------------|
| Показатели ПВГ и теплоизоляционно-конструкционного полистиролбетона | | | | | | | | | | | |
| №№ пп | Наименование показателей | Ед. изм. | Значения показателей | | | | | | | | |
| | | | 1 (прототип) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 (запредельные значения) |
| I. Параметры ПВГ | | | | | | | | | | | |
| 1. | Диаметр исходного полистирольного бисера, d_b | мм | не нормирован | 0,7-1,0 | 0,7-1,0 | 0,7-1,0 | 0,7-1,0 | 0,5 | 1,3 | 1,3 | |
| 2. | Количество (кратность) вспениваний | раз | не менее 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | |
| 3. | Средневзвешенный диаметр гранул, d_{cp} | мм | 3,7-4,1 | 3,5-6,0 | 3,5-6,0 | 3,5-6,0 | 3,5-6,0 | 2,5 | 5,2 | 7,5 | |
| 4. | Средняя плотность гранул, $\rho_{\text{ПВГ}}$ | кг/м ³ | не нормирована | 12-16 | 12-16 | 12-16 | 12-16 | 21 | 32 | 11 | |
| 5. | Насыпная плотность, $\rho_{\text{ПСБ}}^{\text{н}}$ | кг/м ³ | 5-20 | 7-10 | 7-10 | 7-10 | 7-10 | 13,2 | 12,0 | 10,5 | |
| 6. | Технологические коэффициенты: K_1 K_2 | - | не нормированы | 1,1-1,3 | 1,1-1,3 | 1,1-1,3 | 1,1-1,3 | 1,0 | 1,4 | 1,5 | |
| | | - | | 8,0-10,8 | 8,0-10,8 | 8,0-10,8 | 8,0-10,8 | 7,0 | 11,6 | 14,9 | |
| 7. | Комплексный показатель качества, ρ | | не нормирован | 1,5-1,75 | 1,5-1,75 | 1,5-1,75 | 1,5-1,75 | 2,1 | 1,9 | 2,5 | |
| 8. | Концентрация ПВГ в полистиролбетоне, φ | доля от 1 | не нормирована | 0,4-0,6 | 0,4-0,6 | 0,4-0,6 | 0,4-0,6 | 0,38 | 0,39 | 0,35 | |
| II. Материалы для полистиролбетона | | | | | | | | | | | |
| 9. | Вязующее | | ПЦ, в т.ч. с добавкой граншлака, или ШПЦ | ПЦ | ПЦ | ПЦ | ПЦ | ПЦ | ПЦ | ПЦ | |
| 10. | Вспенивающая добавка | | СДО или СНВ | ПО-01Б | ПО-01Б | ПО-01Б | ПО-01Б | ПО-01Б | ПО-01Б | ПО-01Б | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|---|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| 11. | Пластифицирующая добавка | | С-3 или Лигно-пан | F-10 | Глениум АСЕ 430 | - | ГЛЕНИУМ АСЕ 430 | | | | |
| 12. | Добавка - ускоритель твердения | | Na ₂ SO ₄ или CaCl ₂ | - | - | - | - | - | - | - | - |
| III. Физико-механические показатели полистиролбетона | | | | | | | | | | | |
| 13. | Марка по средней плотности | D (кг/м ³) | 300 | 350 | 225 | 250 | 300 | 350 | 250 | 250 | 300 |
| 14. | Прочность на сжатие | МПа | 0,72 | 0,91 | 0,62 | 0,93 | 0,93 | 1,42 | 0,46 | 0,44 | 0,65 |
| 15. | Класс по прочности | В | В0,5 | В0,75 | В0,5 | В0,75 | В0,75 | В1,0 | В0,35 | В0,35 | В0,5 |
| 16. | Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии | Вт/(м·°С) | 0,085 | 0,095 | 0,068 | 0,072 | 0,084 | 0,095 | 0,072 | 0,072 | 0,084 |
| Примечание: ПЦ - портландцемент, ШПЦ - шлакопортландцемент. | | | | | | | | | | | |

Формула изобретения

Теплоизоляционно-конструкционный полистиролбетон плотностью 225-350 кг/м³, полученный из смеси портландцемента, полистирола вспененного гранулированного типа ПВГ, воды, воздухововлекающей и пластифицирующей добавок, отличающийся тем, что используют ПВГ с объемным содержанием в полистиролбетоне - φ в пределах 0,40-0,60, полученный после 3-кратного вспенивания исходного полистирольного бисера крупностью 0,7-1,0 мм и характеризующийся комплексным безразмерным показателем качества ПВГ - n в пределах 1,5-1,75, значения которого определяются при проектировании состава полистиролбетона по формуле

$$n = 1,5 + K_1 \sqrt{\frac{K_2 d_6 \rho_{\text{ПВГ}}^n}{d_{\text{ср}} \rho_{\text{ПВГ}}}} - 1,$$

где K₁ и K₂ - коэффициенты, отражающие особенности технологии получения ПВГ, значения которых находятся соответственно в пределах 1,1-1,3 и 8,0-10,8; d₆ - средний диаметр исходного полистирольного бисера, мм; d_{ср} - средневзвешенный диаметр гранул ПВГ, мм; ρ_{ПВГ}ⁿ и ρ_{ПВГ} - насыпная и средняя плотности гранул ПВГ, кг/м³, при этом в качестве воздухововлекающей и пластифицирующей добавки используют комплексную воздухововлекающую и пластифицирующую добавку многофункционального действия, представляющую собой однородную гармонично сбалансированную смесь в сухом или жидком виде, состоящую из воздухововлекающей добавки ПО-01Б на основе продуктов окисления отходов пищевой промышленности и пластификатора поликарбоксилатного типа или сульфированного продукта поликонденсации меламина с формальдегидом с числом звеньев в молекулярной цепи 18-27 при массовом соотношении компонентов воздухововлекающая добавка: пластификатор, равном 1:(0,25-0,5), и удельном расходе комплексной добавки 0,06-0,15 мас.% по активному веществу от массы портландцемента.