

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2708776

ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЙ БЕТОН

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Смирнова Ольга Михайловна (RU), Черенько Александр Владимирович (RU), Шибанов Михаил Дмитриевич (RU)*

Заявка № 2019107697

Приоритет изобретения 18 марта 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 11 декабря 2019 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 18 марта 2039 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C04B 14/06 (2019.08); C04B 14/24 (2019.08); C04B 18/08 (2019.08); C04B 18/22 (2019.08); C04B 28/04 (2019.08); C04B 38/08 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019107697, 18.03.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.03.2019

Дата регистрации:
11.12.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.03.2019

(45) Опубликовано: 11.12.2019 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Смирнова Ольга Михайловна (RU),
Черенько Александр Владимирович (RU),
Шибанов Михаил Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2154619 C1, 20.08.2000. RU
2353603 C1, 27.04.2009. RU 2015156753 A,
04.07.2017. RU 2444499 C1, 10.03.2012. RU
2509740 C1, 20.03.2014. RU 2415824 C2,
10.04.2011. EP 2789593 A2, 15.10.2014. CN
105985079 A, 05.10.2016.

(54) ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИЙ БЕТОН

(57) Реферат:

Изобретение относится к составам бетона и может быть использовано в гражданском и промышленном строительстве для изготовления цементных композитов с высокими звукопоглощающими свойствами. Звукопоглощающий бетон получен из смеси, содержащей, мас. %: портландцемент 28,5-38,4, золу-уноса 6,4, гранулированное пеностекло фракции от 100 до 800 мкм 6,2-8,3, тонкомолотый кварцевый песок с содержанием микрочастиц размером менее 4 мкм более 40%, размером менее

45 мкм более 97% 2,0-2,5, поликарбосилатный суперпластификатор Stachement 2000 0,225-0,260, фракционированную резиновую крошку из отработавших автошин в количестве 6% фракции от 5 до 2,5 мм 1,900-2,230, 29% каждой из фракций от 2,5 до 1,25 мм 9,055-10,300, от 1,25 до 0,63 мм 9,055-10,300, от 0,63 до 0,315 мм 9,055-10,300, 7% фракции от 0,315 до 0,16 мм 2,190-2,360, воду – остальное. Технический результат – повышение прочности и коэффициента звукопоглощения бетона. 4 табл.

RU 2 708 776 C1

RU 2 708 776 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C04B 18/22 (2006.01)
C04B 38/08 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C04B 14/06 (2019.08); *C04B 14/24* (2019.08); *C04B 18/08* (2019.08); *C04B 18/22* (2019.08); *C04B 28/04* (2019.08); *C04B 38/08* (2019.08)

(21)(22) Application: **2019107697, 18.03.2019**(24) Effective date for property rights:
18.03.2019

Registration date:
11.12.2019

Priority:

(22) Date of filing: **18.03.2019**(45) Date of publication: **11.12.2019 Bull. № 35**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel
intellektualnoj sobstvennosti i transfera
tehnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Smirnova Olga Mikhajlovna (RU),
Cherenko Aleksandr Vladimirovich (RU),
Shibanov Mikhail Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **SOUND-ABSORBING CONCRETE**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry; construction.

SUBSTANCE: invention relates to concrete compositions and can be used in civil and industrial construction for making cement composites with high sound-absorbing properties. Sound-absorbing concrete is produced from a mixture containing, wt%: portland cement 28.5–38.4, fly ash 6.4, granulated foamed glass of fraction from 100 to 800 mcm 6.2–8.3, finely ground quartz sand with content of microparticles with size of less than 4 mcm greater than 40 %, size less than 45 mcm more than 97 % 2.0–2.5, polycarboxylate

superplasticiser Stachement 2000 0.225–0.260, fractionated rubber crumb from used tires in amount of 6 % of fraction from 5 to 2.5 mm 1.900–2.230, 29 % of each of fractions from 2.5 to 1.25 mm 9.055–10.300, from 1.25 to 0.63 mm 9.055–10.300, from 0.63 to 0.315 mm 9.055–10.300, 7 % of fraction from 0.315 to 0.16 mm 2.190–2.360, water – the rest.

EFFECT: high strength and coefficient of sound absorption of concrete.

1 cl, 4 tbl

Изобретение относится к составам бетона и может быть использовано в гражданском и промышленном строительстве для изготовления цементных композитов с высокими звукопоглощающими свойствами.

Известен звукопоглощающий материал (авторское свидетельство СССР №1281551, опубл. 07.01.1987), состоящее из полых корундовых микросфер, фосфатного связующего, натрийборосиликатного стекла при следующем соотношении компонентов, мас. %: полые корундовые микросферы 67-83; фосфатное связующее 10-10,5; полые микросферы из натрийборосиликатного стекла 7-22,5.

Недостатком данного состава является низкая прочность на сжатие в возрасте 28 суток (1,5-2 МПа) из-за низких прочностных характеристик фосфатного связующего и низкое значение коэффициента звукопоглощения вследствие несовершенной пористой структуры материала.

Известен звукопоглощающий материал (Патент RU №2232148, опубл. 10.07.2004), включающий полые зольные микросферы, фосфатное связующее, микропорошок на основе электрокорунда, при следующем соотношении компонентов, мас. %: зольные микросферы 20-35; фосфатное связующее 32,5-40; микропорошок на основе электрокорунда 32,5-40.

Недостатком данного состава является низкая прочность на сжатие в возрасте 28 суток (3-9 МПа) из-за низких прочностных характеристик фосфатного связующего и низкое значение коэффициента звукопоглощения вследствие несовершенной пористой структуры материала.

Известны легкие бетоны на основе цементного вяжущего, легкого крупного и мелкого заполнителей. В качестве легких пористых заполнителей используются керамзит, термолит, аглопорит, шлаковая пемза, гранулированный шлак, вспученный перлит, вермикулит и др. (Бурлаков Г.С. Технология изделий из легкого бетона: Учеб. пособие для вузов по спец. "Пр-во строит, изделий и конструкций". - М.: Высш. шк., 1986. - 296 с.).

Недостатком данных бетонов является низкая прочность на сжатие в возрасте 28 суток и низкое значение коэффициента звукопоглощения вследствие несовершенной пористой структуры материала.

Известен легкий бетон (Патент RU №2653164, опубл. 07.05.2018), содержащий, мас. %: полые микросферы золы уноса и/или полые микросферы пеностекла с диаметрами 10 мкм - 2 мм и насыпной плотностью 100-360 кг/м³ 61-80, вспученный перлитовый песок или вспученный перлитовый песок гидрофобизированный 4-18, портландцемент 8-10, полимерное связующее - водную сополимерную эмульсию на основе производных акриловой или метакриловой кислоты 8-12.

Недостатком данного состава является низкая прочность на сжатие в возрасте 28 суток (10-30 МПа) из-за низких прочностных характеристик связующего, низкое значение коэффициента звукопоглощения (0,2-0,6) вследствие недостаточной пористости в структуре бетона, сложность технологии получения такого бетона вследствие необходимости виброуплотнения смеси в форме с пригрузом 22 г/см² в течение 3 мин.

Известен звукопоглощающий легкий бетон (Патент RU №2415824, опубл. 10.04.2011), включающий крупный легкий заполнитель, цемент и воду, формирующийся в виде крупнопористой структуры, в которой ячейки между отдельными фракциями крупного заполнителя образованы по интегральному принципу от мелких на периферии к крупным в середине стены со следующими слоями: наружные слои на основе мелких фракций из крупного легкого заполнителя диаметром 5-10 мм; средние слои из крупного легкого заполнителя диаметром 10-20 мм и внутренние слои из крупного легкого заполнителя

диаметром 20-40 мм.

Недостатком данного состава является низкая прочность на сжатие в возрасте 28 суток из-за большого расхода воды для получения удобоукладываемой керамзитобетонной смеси, низкое значение коэффициента звукопоглощения (0,12-0,48) в диапазоне частот от 63 до 2000 Гц вследствие несовершенной пористости в структуре бетона и сложность технологии получения бетона с интегральным расположением крупного керамзитового заполнителя.

Известен состав легкого конструкционно-теплоизоляционного и звукопоглощающего бетона (Патент RU №2154619, опубл. 20.08.2000), принятый за прототип и содержащий цемент, золу-уноса, полые микросферы из золошлаковых отходов ГРЭС, воду, при следующем соотношении компонентов, мас. %: цемент - 25,4-30,9; зола-уноса 6,2-13,1; полые микросферы - 35,3-41,1; вода - остальное.

Недостатком данного состава является низкая прочность на сжатие в возрасте 28 суток (13-17 МПа) из-за низких прочностных характеристик вяжущего и большого расхода воды, низкое значение коэффициента звукопоглощения вследствие недостаточной пористости в структуре бетона.

Техническим результатом является создание звукопоглощающего бетона с высокой прочностью на сжатие в возрасте 28 суток и высоким коэффициентом звукопоглощения.

Технический результат достигается тем, что дополнительно содержит фракционированную резиновую крошку из отработавших автошин в количестве 6% фракции от 5 до 2,5 мм, 29% каждой из фракций от 2,5 до 1,25, от 1,25 до 0,63, от 0,63 до 0,315 мм и 7% фракции от 0,315 до 0,16 мм, тонкомолотый кварцевый песок с содержанием микрочастиц размером менее 4 мкм более 40%, размером менее 45 мкм более 97%, поликарбоксилатный суперпластификатор Stachement 2000, в качестве цемента используют портландцемент, а в качестве полых микросфер гранулированное пеностекло фракции от 100 до 800 мкм, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|--|--------------|
| портландцемент | 28,5-38,4 |
| зола-уноса | 6,4 |
| указанный тонкомолотый кварцевый песок | 2,0-2,5 |
| гранулированное пеностекло фракции 100-800 мкм | 6,2-8,3 |
| резиновая крошка фракции 5-2,5 мм | 1,900-2,230 |
| резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм | 9,055-10,300 |
| резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм | 9,055-10,300 |
| резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм | 9,055-10,300 |
| резиновая крошка фракции 0,315-0,16 мм | 2,190-2,360 |
| поликарбоксилатный суперпластификатор | 0,225-0,260 |
| вода | остальное |

Применение фракционированной резиновой крошки позволяет получить необходимую структуру пор для повышения звукопоглощения бетона, т.к. большая удельная поверхность стенок открытых пор способствует активному преобразованию энергии звуковых колебаний в тепловую энергию вследствие потерь на трение.

Применение тонкомолотого кварцевого песка и поликарбоксилатного суперпластификатора улучшает удобоукладываемость свежеприготовленной смеси и повышает прочность затвердевшего бетона.

Заявляемый состав бетона включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, их содержащие:

- портландцемент ЦЕМ I 42,5 по ГОСТ 31108-2016.
- зола-уноса по ГОСТ 25818-2017 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов.

Технические условия». Химический состав золы-уноса представлен в таблице 1;

Таблица 1 - химический состав золы-уноса

| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | TiO ₂ | MgO | K ₂ O | Na ₂ O | SO ₃ | P ₂ O ₅ |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------------------|------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------------------|
| 55,35 | 19,10 | 5,33 | 2,95 | 0,85 | 1,23 | 0,98 | 0,52 | 0,09 | 0,31 |

- гранулированное пеностекло фракции 100-800 мкм по ТУ 5914-001-15068529-2006 является продуктом вспенивания измельченного стеклобоя;

- тонкоизмельченная резиновая крошка из отработавших автошин соответствовала ТУ 2519-001-09691885-2016 «Крошка резиновая»;

- кварцевый песок Лужского месторождения с содержанием SiO₂ более 97% соответствовал ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ»;

- суперпластификатор Stachement 2000 на поликарбосилатной основе, по водоредуцирующему действию относится к группе суперводоредуцирующих, а по пластифицирующему действию относится к группе суперпластифицирующих в соответствии с ГОСТ 24211-2008.

Образцы для испытания готовили следующим образом. Цемент, золу-уноса, молотый кварцевый песок, гранулированное пеностекло, резиновую крошку перемешивали в смесителе «Digi Mortar Mixer» вместимостью 5 л. Для получения тонкомолотого кварцевого песка использовалась центробежно-эллиптическая мельница АС 100 (класс мельниц "Активатор С") фирмы Oy CYCLOTEC Ltd - Финляндия. Для разделения тонкодисперсных частиц использован классификатор центробежно-динамический фирмы «Ламел-777», Республика Беларусь. Использование эффективного классификатора для разделения в воздушных потоках дисперсных материалов позволяет регулировать гранулометрический состав минеральных порошков. Гранулометрический состав молотого песка был определен с помощью лазерного дифракционного анализатора размера частиц MicroSizer 201. Полученную смесь затворяли водой. Суперпластификатор вводили с водой затворения.

Предел прочности при сжатии был определен в соответствии с ГОСТ 30744-2001. Коэффициент звукопоглощения был определен в соответствии с ГОСТ 23499-2009 и ГОСТ 16297-80.

В таблицах 2-4 приведены составы и свойства звукопоглощающего бетона в сравнении с прототипом. Предлагаемый состав звукопоглощающего бетона позволяет повысить предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток и коэффициент звукопоглощения. В сравнении с прототипом предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток повышается с 16,8 МПа до 36,3 МПа и коэффициент звукопоглощения в исследованном диапазоне частот повышается со значений 0,09-0,34 до значений 0,45-0,72.

В таблицах 2-4 приведены составы бетона с указанной фракционированной резиновой крошкой и с тонкоизмельченным кварцевым песком с содержанием микрочастиц размером менее 4 мкм равным 41, 70 и 100% и размером менее 45 мкм равным 98, 99 и 100%.

Таблица 2 - составы и свойства бетона с фракционированной резиновой крошкой и с молотым кварцевым песком, содержащим микрочастиц размером менее 4мкм равным 41% и размером менее 45мкм равным 98%

| № | Компоненты | Состав масс. % | Средняя плотность , кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц | | | | | | | |
|-------------------------|--|-----------------------------|--|--|--|------|------|------|------|-----|------|------|
| | | | | | 63 | 80 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 2000 |
| 1 Про- то- тип | цемент зола-уноса попые микросферы фракции 20-200 мкм вода | 30,9 6,2 35,3 27,6 | 892 | 16,8 | 0,09 | 0,09 | 0,12 | 0,19 | 0,19 | 0,2 | 0,22 | 0,34 |
| 2 | цемент зола-уноса | 38,4 6,4 | 1223 | 34,2 | 0,46 | 0,46 | 0,50 | 0,53 | 0,53 | 0,6 | 0,62 | 0,68 |

| № | Компоненты | Состав масс. % | Средняя плотность , кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц | | | | | | | | |
|----|---|-------------------|--|--|--|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | | | | | 63 | 80 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 2000 | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | тонкомолотый кварцевый песок | 2,0 | | | | | | | | | | | |
| | пеностекло | 6,2 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 5-2,5 мм | 1,900 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм | 9,055 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм | 9,055 | | | | | | | | | | | |
| 15 | резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм | 9,055 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 0,315-0,16 мм | 2,190 | | | | | | | | | | | |
| | поликарбосилатный суперпластификатор | 0,225 | | | | | | | | | | | |
| | вода | 15,52 | | | | | | | | | | | |
| 20 | цемент | 33,45 | | | | | | | | | | | |
| | зола-уноса | 6,4 | | | | | | | | | | | |
| | тонкомолотый кварцевый песок | 2,25 | | | | | | | | | | | |
| | пеностекло | 7,25 | | | | | | | | | | | |
| 25 | резиновая крошка фракции 5-2,5 мм | 2,065 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм | 9,678 | 1142 | 29,8 | 0,48 | 0,48 | 0,54 | 0,54 | 0,55 | 0,62 | 0,65 | 0,70 | |
| | резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм | 9,678 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм | 9,678 | | | | | | | | | | | |
| 30 | резиновая крошка фракции 0,315-0,16 мм | 2,273 | | | | | | | | | | | |
| | поликарбосилатный суперпластификатор | 0,243 | | | | | | | | | | | |
| | вода | 17,035 | | | | | | | | | | | |
| 35 | цемент | 28,5 | | | | | | | | | | | |
| | зола-уноса | 6,4 | | | | | | | | | | | |
| | тонкомолотый кварцевый песок | 2,5 | | | | | | | | | | | |
| | пеностекло | 8,3 | | | | | | | | | | | |
| 40 | резиновая крошка фракции 5-2,5 мм | 2,230 | 1079 | 23,3 | 0,50 | 0,50 | 0,57 | 0,57 | 0,57 | 0,65 | 0,69 | 0,71 | |
| | резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм | 10,300 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм | 10,300 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм | 10,300 | | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка | | | | | | | | | | | | |

| № | Компоненты | Состав масс. % | Средняя плотность , кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--|--|--|----|-----|-----|-----|-----|------|------|--|
| | | | | | 63 | 80 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 2000 | |
| | фракции 0,315-0,16 мм поликарбоксилатный суперпластификатор вода | 2,360 0,260 18,55 | | | | | | | | | | | |

Таблица 3 - составы и свойства бетона с фракционированной резиновой крошкой и с молотым кварцевым песком, содержащим микрочастиц размером менее 4мкм равным 70% и размером менее 45мкм равным 99%

| № | Компоненты | Состав масс. % | Средняя плотность , кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц | | | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | 63 | 80 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 2000 |
| 1 Прото- тип | цемент зола-уноса попые микросферы фракции 20-200 мкм вода | 30,9 6,2 35,3 27,6 | 892 | 16,8 | 0,09 | 0,09 | 0,12 | 0,19 | 0,19 | 0,2 | 0,22 | 0,34 |
| 2 | цемент зола-уноса тонкомолотый кварцевый песок пеностекло резиновая крошка фракции 5-2,5 мм резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм резиновая крошка фракции 0,315-0,16 мм поликарбоксилатный суперпластификатор вода | 38,4 6,4 2,0 6,2 1,900 9,055 9,055 9,055 2,190 0,225 15,52 | 1226 | 35,6 | 0,45 | 0,46 | 0,51 | 0,52 | 0,54 | 0,6 | 0,63 | 0,67 |
| 3 | цемент зола-уноса тонкомолотый кварцевый песок пеностекло резиновая крошка фракции 5-2,5 мм резиновая крошка | 33,45 6,4 2,25 7,25 2,065 | 1146 | 30,2 | 0,48 | 0,48 | 0,55 | 0,55 | 0,57 | 0,63 | 0,65 | 0,70 |

| № | Компоненты | Состав масс. % | Средняя плотность, кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц | | | | | | | |
|------|--|----------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | 63 | 80 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 2000 |
| 5 | фракции 2,5-1,25 мм резиновая крошка | 9,678 | | | | | | | | | | |
| | фракции 1,25-0,63 мм резиновая крошка | 9,678 | | | | | | | | | | |
| | фракции 0,63-0,315 мм резиновая крошка | 9,678 | | | | | | | | | | |
| | фракции 0,315-0,16 мм поликарбосилатный суперпластификатор | 2,273 | | | | | | | | | | |
| | вода | 0,243 | | | | | | | | | | |
| | | 17,035 | | | | | | | | | | |
| 4 | цемент | 28,5 | 1086 | 25,1 | 0,49 | 0,49 | 0,57 | 0,58 | 0,58 | 0,66 | 0,69 | 0,72 |
| | зола-уноса | 6,4 | | | | | | | | | | |
| | тонкомолотый кварцевый песок | 2,5 | | | | | | | | | | |
| | пеностекло | 8,3 | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 5-2,5 мм | 2,230 | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм | 10,300 | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм | 10,300 | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм | 10,300 | | | | | | | | | | |
| | резиновая крошка фракции 0,315-0,16 мм | 2,360 | | | | | | | | | | |
| | поликарбосилатный суперпластификатор | 0,260 | | | | | | | | | | |
| вода | 18,55 | | | | | | | | | | | |

Таблица 4 - составы и свойства бетона с фракционированной резиновой крошкой и с молотым кварцевым песком, содержащим микрочастиц размером менее 4мкм равным 100% (и размером менее 45мкм равным 100%)

| № | Компоненты | Состав масс. % | Средняя плотность, кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц | | | | | | | |
|-----------|-------------------------------------|----------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|------|------|------|------|-----|------|------|
| | | | | | 63 | 80 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 2000 |
| 1 | цемент | 30,9 | 892 | 16,8 | 0,09 | 0,09 | 0,12 | 0,19 | 0,19 | 0,2 | 0,22 | 0,34 |
| Прото-тип | зола-уноса | 6,2 | | | | | | | | | | |
| | полые микросферы фракции 20-200 мкм | 35,3 | | | | | | | | | | |
| | вода | 27,6 | | | | | | | | | | |

| № | Компоненты | Состав масс. % | Средняя плотность , кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц | | | | | | | | |
|----|------------|---|--|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | 63 | 80 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 2000 | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 2 | цемент зола-уноса тонкомолотый кварцевый песок пеностекло резиновая крошка фракции 5-2,5 мм резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм резиновая крошка фракции 0,315-0,16 мм поликарбосилатный суперпластификатор вода | 38,4 6,4 2,0 6,2 1,900 9,055 9,055 9,055 2,190 0,225 15,52 | 1228 | 36,3 | 0,46 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,54 | 0,61 | 0,63 | 0,68 |
| 20 | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 3 | цемент зола-уноса тонкомолотый кварцевый песок пеностекло резиновая крошка фракции 5-2,5 мм резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм резиновая крошка фракции 0,315-0,16 мм поликарбосилатный суперпластификатор вода | 33,45 6,4 2,25 7,25 2,065 9,678 9,678 9,678 2,273 0,243 17,035 | 1151 | 30,7 | 0,46 | 0,47 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,63 | 0,65 | 0,70 |
| 35 | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 4 | цемент зола-уноса тонкомолотый кварцевый песок пеностекло резиновая крошка фракции 5-2,5 мм резиновая крошка фракции 2,5-1,25 мм резиновая крошка фракции 1,25-0,63 мм резиновая крошка фракции 0,63-0,315 мм резиновая крошка | 28,5 6,4 2,5 8,3 2,230 10,300 10,300 10,300 | 1088 | 24,9 | 0,50 | 0,50 | 0,56 | 0,56 | 0,57 | 0,66 | 0,70 | 0,72 |
| 45 | | | | | | | | | | | | | |

| № | Компоненты | Состав масс. % | Средняя плотность , кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------|--|--|--|----|-----|-----|-----|-----|------|------|--|
| | | | | | 63 | 80 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 2000 | |
| | фракции 0,315-0,16 мм поликарбоксилатный суперпластификатор вода | 2,360 0,260 18,55 | | | | | | | | | | | |

(57) Формула изобретения

Звукопоглощающий бетон, получаемый из смеси, содержащей цемент, золу-уноса, полые микросферы и воду, отличающийся тем, что дополнительно содержит фракционированную резиновую крошку из отработавших автошин в количестве 6% фракции от 5 до 2,5 мм, 29% каждой из фракций от 2,5 до 1,25, от 1,25 до 0,63, от 0,63 до 0,315 мм и 7% фракции от 0,315 до 0,16 мм, тонкомолотый кварцевый песок с содержанием микрочастиц размером менее 4 мкм более 40%, размером менее 45 мкм более 97%, поликарбоксилатный суперпластификатор Stachement 2000, в качестве цемента используют портландцемент, а в качестве полых микросфер гранулированное пеностекло фракции от 100 до 800 мкм, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

| | |
|--|--------------|
| портландцемент | 28,5-38,4 |
| зола-уноса | 6,4 |
| указанный тонкомолотый кварцевый песок | 2,0-2,5 |
| гранулированное пеностекло фракции 100-800 мкм | 6,2-8,3 |
| указанная крошка фракции 5-2,5 мм | 1,900-2,230 |
| указанная крошка фракции 2,5-1,25 мм | 9,055-10,300 |
| указанная крошка фракции 1,25-0,63 мм | 9,055-10,300 |
| указанная крошка фракции 0,63-0,315 мм | 9,055-10,300 |
| указанная крошка фракции 0,315-0,16 мм | 2,190-2,360 |
| суперпластификатор Stachement 2000 | 0,225-0,260 |
| вода | остальное |