



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2011132823/03, 04.08.2011**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**04.08.2011**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **04.08.2011**(43) Дата публикации заявки: **10.02.2013** Бюл. № 4(45) Опубликовано: **20.08.2013** Бюл. № 23(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **ОРИЕНТЛИХЕР Л.П. и др.**

**Безобжиговый пористый гравий для легких бетонов, Жилищное строительство, 2001, №3, с.31. RU 2214977 C2, 27.10.2003. SU 425866 A, 07.10.1974. RU 2148043 C1, 27.04.2000. RU 2278094 C1, 20.06.2006. RU 2117646 C1, 20.08.1998. US 6669773 B2, 30.12.2003. US 7666258 B2, 23.02.2010. JP 9071449 A, 18.03.1997.**

Адрес для переписки:

**665709, Иркутская обл., г. Братск, ул. Макаренко, 40, ФГБОУ ВПО "БрГУ", патентный отдел, С.В. Кварацхелия**

(72) Автор(ы):

**Белых Светлана Андреевна (RU),  
Буянова Элеонора Эдуардовна (RU),  
Черниговская Мария Николаевна (RU),  
Брылякова Анна Олеговна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Братский государственный университет" (RU)**

**(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЛЕГЧЕННОГО БЕЗОБЖИГОВОГО ЗОЛЬНОГО ГРАВИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области производства заполнителей для бетонов и строительных растворов. Технический результат - снижение насыпной плотности, водопоглощения, теплопроводности, расхода портландцемента без потери прочности гравия. В способе изготовления облегченного безобжигового зольного гравия, включающем подготовку ядра путем увлажнения его жидким стеклом, формирование на нем оболочки с использованием увлажняемых водой золы и портландцемента при окатке в грануляторе и тепловую обработку пропариванием полученного сырца, в качестве ядра используют пенополистирол размером 2-12 мм,

в качестве золы - высококальциевую золу-унос, полученную от сжигания Ирша-бородинского угля, с удельной поверхностью 350-400 м<sup>2</sup>/кг, формирование оболочки осуществляют в два этапа, причем подают в гранулятор на первом этапе 80% золы от ее количества и 73% воды от ее количества, а через 3-4 минуты гранулирования на втором - золопортландцементную смесь, содержащую остальные 20% золы, и воду - остальные 23%, при следующем соотношении компонентов, масс. %: указанная зола-унос 63,28-66,92, портландцемент 5,35-7,59, пенополистирол 0,58-0,60, жидкое стекло 7,2-8,7, вода остальное. 1 пр., 7 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011132823/03, 04.08.2011**(24) Effective date for property rights:  
**04.08.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **04.08.2011**(43) Application published: **10.02.2013 Bull. 4**(45) Date of publication: **20.08.2013 Bull. 23**

Mail address:

**665709, Irkutskaja obl., g. Bratsk, ul.  
Makarenko, 40, FGBOU VPO "BrGU", patentnyj  
otdel, S.V. Kvaratskhelija**

(72) Inventor(s):

**Belykh Svetlana Andreevna (RU),  
Bujanova Ehleonora Ehduardovna (RU),  
Chernigovskaja Marija Nikolaevna (RU),  
Bryljakova Anna Olegovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovaniya "Bratskij  
gosudarstvennyj universitet" (RU)**

(54) **METHOD OF MAKING LIGHT UNFIRED ASH GRAVEL**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to production of fillers for concretes and mortars. Proposed method comprises preparing the core by wetting it with liquid glass to make a shell thereon using wetted ash and Portland cement in balling in pelletiser and heat treatment of produced green compact by steaming. Said core represents cellular polystyrene in 2-12 mm size. Said ash represents a high-calcium fly ash produced by combusting Ishra-Borodinsky coal with specific surface of 350-400 m<sup>2</sup>/kg. Said shell is

made in two steps. Note here that at first step 80% of ash and 73% of water of their total amount are fed into pelletiser. Note also that in 3-4 minutes, that is at second step, fed are gold-Portland cement mix including remaining 20% of ash and 23% of water at the following ratio of components in wt %: said flay ash - 63.28-66.92, Portland cement - 5.25-7.59, cellular polystyrene - 0.58-0.60, liquid glass - 7.2-8.7, water making the rest.

EFFECT: lower bulk density, water absorption, heat conductance, consumption of Portland cement.

1 ex, 7 tbl

RU 2 4 9 0 2 2 5 C 2

RU 2 4 9 0 2 2 5 C 2

Изобретение относится к области производства заполнителей для бетонов, в частности облегченного безобжигового зольного гравия, и может быть использовано в качестве зернистых материалов, в том числе как легкий заполнитель в бетоны и строительные растворы.

Известен способ изготовления облегченного безобжигового зольного гравия (ОБЗГ), предусматривающий двухстадийное гранулирование сырьевых материалов и включающий получение ядра (сердцевины) и оболочки гравия, изготовление ядра (сердцевины) гранул, увлажнение ядра (сердцевины) натриевым жидким стеклом, создание оболочки гранул, твердение при пропаривании. Сырьевыми материалами для получения ядра гравия являются отходы бумаги Брянской городской типографии и 12%-ный раствор натриевого жидкого стекла с концентрацией  $1,15 \text{ кг/м}^3$ , для получения оболочки - портландцемент М400 Брянского завода, зола Белобережской ТЭЦ (низкокальциевая, низкосульфатная, буроугольная (класс Б)) с плотностью  $900-1048 \text{ кг/м}^3$ , удельной поверхностью  $270-325 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Полученные гранулы пропариваются в лабораторных пропарочных камерах по режиму  $1,5+3+1,5 \text{ ч}$ . (подъем температуры + изотермическая выдержка + охлаждение) при температуре  $80-85^\circ\text{C}$ . [Ориентлихер Л.П., Ласман И.А. Безобжиговый пористый гравий для легких бетонов // Жилищное строительство. - 2001. - №3].

Недостатками известного способа изготовления облегченного безобжигового зольного гравия являются повышенное водопоглощение гравия, а так же большой расход портландцемента, поэтому цель изобретения - уменьшить расход портландцемента и водопоглощение зольного гравия без потери его прочности.

Технический результат - получение облегченного безобжигового зольного гравия с пониженной насыпной плотностью, водопоглощением, теплопроводностью, а также уменьшение расхода портландцемента без потери прочности гравия.

Технический результат, согласно изобретению, достигается тем, что по способу изготовления облегченного безобжигового зольного гравия, включающему подготовку ядра путем увлажнения его жидким стеклом, формирование на нем оболочки с использованием увлажняемых водой золы и портландцемента при окатке в грануляторе и тепловую обработку пропариванием полученного сырца, согласно изобретению в предлагаемом способе в качестве ядра используют пенополистирол размером  $2-12 \text{ мм}$ , в качестве золы - высококальциевую золу-уноса, полученную от сжигания Ирша-бородинского угля, с удельной поверхностью  $350-400 \text{ м}^2/\text{кг}$ , а формирование оболочки осуществляют в два этапа, причем подают в гранулятор на первом этапе  $80\%$  золы от ее количества и  $73\%$  воды от ее количества, а через  $3-4$  минуты гранулирования на втором - золопортландцементную смесь, содержащую остальные  $20\%$  золы, и воду - остальные  $23\%$ , при следующем соотношении компонентов, масс. %: указанная зола-унос  $63,28-66,92$ ; портландцемент  $5,35-7,59$ ; пенополистирол  $0,58-0,60$ ; жидкое стекло  $7,2-8,7$ ; вода остальное.

Облегченный безобжиговый зольный гравий содержит следующие компоненты:

- Зола-унос (ГОСТ 2581891) - тонкодисперстный материал, размером от долей микрона до  $0,14 \text{ мм}$ . Образуется при сжигании твердого топлива на тепловых электростанциях, улавливается в золоуловителях сухого типа и в сухом состоянии отбирается с помощью золоотборника. Средний химический состав золы-уноса ТЭЦ-7 ОАО «Иркутскэнерго» по данным технических паспортов ЗАО «Иркутскзолопродукт», полученных от сжигания Ирша-бородинских углей и некоторые физико-механические свойства представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1

Средний химический состав золы-уноса ТЭЦ-7									
Сжигаемый уголь	Содержание оксидов, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	CaO <sub>св</sub>
Ирша-бородинский	45,1-52,7	6,5-11,4	9,0-17,2	12,5-24,5	5,2-7,2	0,1-0,2	0,4-0,5	0,56-3,40	нет

5

Таблица 2

Физико-механические свойства золы-уноса ТЭЦ-7			
Остаток на сите 008, %	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	Влажность, %
0,5-07	900-980	350-400	0

10

- Портландцемент (ГОСТ 10178) марки ПЦ500 Д0 (свойства см. таблицу 3).

Таблица 3

Свойства Ангарского портландцемента ПЦ500-Д0		
Наименование показателей	Требования ГОСТа 10178-85	Фактические значения
Массовая доля добавок, %	отсутствует	отсутствует
Массовая доля оксида серы, %	1,0-3,5	2,5-3,5
Прочность при сжатии после пропаривания, МПа	28,0-32,0	28,0-32,0
Прочность при сжатии через 28 суток, МПа не менее	49,0	49,0-53,0
Прочность при изгибе через 28 суток, МПа не менее	5,9	5,9-6,8
Сроки схватывания, мин:		
начало	не ранее 45	210,0-260,0
конец	не позднее 600	240,0-360,0
Массовая доля щелочных оксидов в пересчете на Na <sub>2</sub> O, %	Не нормируется	0,5-1,0
Минералогический состав клинкера, %		
Трехкальциевый силикат	Не нормируется	58,0-64,0
Двукальциевый силикат	Не нормируется	12,0-16,0
Трехкальциевый алюминат	Не нормируется	6,0-8,0
Четырехкальциевый алюмоферит	Не нормируется	11,0-14,0
Массовая доля оксида магния, не более, %	6,0	4,0-5,0
Удельная эффективность естественных радионуклидов, Бк/кг, не более	370,0	70-150

15

20

25

30

- Пенополистирольные упаковки (ГОСТ15588-86), изготавливаемые беспрессовым способом из суспензионного вспенивающегося полистирола. Для изготовления упаковок применяют вспенивающийся полистирол, содержащий порообразователь (изопентан или пентан) и остаточный мономер (стирол). Физико-механические свойства в таблице 4.

35

Таблица 4

Физико-механические свойства пенополистирольных упаковок			
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность в сухом состоянии при (25±5)°С, Вт/(м·К), не более	Влажность, %, не более	Водопоглощение за 24 ч, % по объему, не более
25,1-50	0,040	12	3

45

- Натриевое жидкое стекло (ГОСТ 13078-81). Физико-химические показатели представлены в таблице 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели жидкого стекла	
Наименование показателя	Норма для жидкого стекла для строительства и флотации
1. Внешний вид	Густая жидкость желтого или серого цвета
2. Массовая доля двуоксида кремния, %	24,8-36,7

50

3. Массовая доля окиси железа и окиси алюминия, %, не более в том числе окиси железа	0,90
	Не регламентируется
4. Массовая доля окиси кальция, %, не более	0,20
5. Массовая доля серного ангидрида, %, не более	0,15
6. Массовая доля окиси натрия, %	8,1-13,3
7. Силикатный модуль	2,7-3,3
8. Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,36-1,50

- Вода для бетонов и растворов ГОСТ 23732.

Пример приготовления облегченного безобжигового зольного гравия

Получение ОБЗГ предусматривает гранулирование сырьевых материалов и включает следующие технологические процессы: подготовку сырья для получения ядра и оболочки гранул; изготовление сердцевин гранул заполнителя; создание оболочки из сырьевой смеси (золы-уноса и цемента); пропаривание.

Ядро гравия получали путем дробления пенополистирола в лабораторной роторной мельнице на частицы диаметром 2-12 мм, которые увлажняли натриевым жидким стеклом. Готовые ядра имели следующие физико-механические свойства: диаметр 2-12 мм, влажность 6%, насыпная плотность 40 кг/м<sup>3</sup>. Оболочку гравия получали в тарельчатом грануляторе путем окатывания ядра гранул в течение 4 минут с золой-уноса (80%), а после - с золоцементной смесью (зола-унос 20% + цемент). Увлажнение водой осуществляли на входе с золой и золоцементной смесью в количестве 73 и 27% соответственно. Получили наиболее оптимальные режимы гранулирования сырьевых материалов в тарельчатом грануляторе: время окатывания 9 минут, скорость вращения 14 об/мин, угол наклона гранулятора 45°. Полученные гранулы пропаривали в ямных пропарочных камерах по режиму: 3 ч - подъем температуры, 2 ч - изотермическая выдержка, 2 ч - охлаждение, при температуре 75°C.

Примеры составов облегченного безобжигового зольного гравия приведены в таблице 6.

Компоненты	Содержание сырьевых материалов в составе (мас.%)		
	1	2	3
зола-унос ТЭЦ-7	63,28	65,10	66,92
портландцемент М500Д0	7,59	6,65	5,35
пенополистирол	0,58	0,59	0,60
жидкое стекло	7,20	7,96	8,70
вода	21,35	19,7	18,43

Технический результат оценивали в соответствии методиками ГОСТ 5758 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний». Результаты в таблице 7.

Показатель	Состав			Известный состав
	1	2	3	
Размер гранул, мм	5-20	5-20	5-20	5-20
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	458	471	473	520
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	834	859	865	974
Водопоглощение за 48 ч по массе, %	8,4	9,7	9,1	28,6
Прочность на сдвливание в цилиндре, МПа	4,92	4,85	3,67	3,56

Теплопроводность, Вт/м <sup>2</sup> С	0,097	0,092	0,095	0,122
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------

Предлагаемые сырьевые материалы и способ получения облегченного безобжигового зольного гравия позволяет получать зольные гранулы с пониженным водопоглощением и достаточно высокой прочностью, что в свою очередь позволяет использовать данный материал в качестве легкого заполнителя в бетоны.

#### Формула изобретения

Способ изготовления облегченного безобжигового зольного гравия, включающий подготовку ядра путем увлажнения его жидким стеклом, формирование на нем оболочки с использованием увлажняемых водой золы и портландцемента при окатке в грануляторе и тепловую обработку пропариванием полученного сырца, отличающийся тем, что в качестве ядра используют пенополистирол размером 2-12 мм, в качестве золы - высококальциевую золу-унос, полученную от сжигания Ирша-бородинского угля, с удельной поверхностью 350-400 м<sup>2</sup>/кг, формирование оболочки осуществляют в два этапа, причем подают в гранулятор на первом этапе 80% золы от ее количества и 73% воды от ее количества, а через 3-4 мин гранулирования на втором - золопортландцементную смесь, содержащую остальные 20% золы, и воду - остальные 23%, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Указанная зола-унос	63,28-66,92
Портландцемент	5,35-7,59
Пенополистирол	0,58-0,60
Жидкое стекло	7,2-8,7
Вода	Остальное