



(51) МПК  
*C04B 28/04* (2006.01)  
*C04B 22/08* (2006.01)  
*C04B 11/27* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014154202/03, 29.12.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 29.12.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2014

(45) Опубликовано: 20.01.2016 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2256630 C1, 20.07.2005. RU 2425813 C1, 10.08.2011. RU 2516406 C1, 20.05.2014. RU 2516406 C1, 27.05.2015. RU 2332388 C1, 27.08.2008. EP 1439154 A1, 21.07.2004.

Адрес для переписки:

190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9,  
 ФГБОУ ВПО ПГУПС, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Сватовская Лариса Борисовна (RU),  
 Старчуков Дмитрий Сергеевич (RU),  
 Юров Олег Валерьевич (RU),  
 Соловьева Валентина Яковлевна (RU),  
 Сычева Анастасия Максимовна (RU),  
 Мандрица Дмитрий Петрович (RU),  
 Кабанов Александр Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I" (RU)

(54) **ВЫСОКОПРОЧНЫЙ БЕТОН**

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительным материалам и может быть использовано для изготовления изделий из бетона в гражданском и промышленном строительстве, а также при возведении сооружений специального назначения. Технический результат - уменьшение водопоглощения бетона. Высокопрочный бетон, полученный из смеси, содержащей портландцемент, песок, щебень, воду и комплексную добавку, состоящую из жидкого натриевого стекла с плотностью  $\rho=1,45 \text{ г/см}^3$ ,

водородным показателем  $\text{pH}=12,0$  и золя гидроксида железа (III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , с плотностью  $\rho=1,021 \text{ г/см}^3$  и водородным показателем  $\text{pH}=4,5-5,5$ , при следующем соотношении компонентов, мас. %: 84,00-85,50 и 14,50-16,00 соответственно, при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %: портландцемент 19,50-26,65; песок с модулем крупности  $M_k=2,1$  21,80-24,70; щебень фракции 5-10 мм 42,40-44,50; указанная добавка 1,75-2,25; вода 7,40-9,05. 1 табл.

RU 2 573 503 C1

RU 2 573 503 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 573 503**<sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.

*C04B 28/04* (2006.01)

*C04B 22/08* (2006.01)

*C04B 111/27* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2014154202/03, 29.12.2014

(24) Effective date for property rights:  
29.12.2014

Priority:

(22) Date of filing: 29.12.2014

(45) Date of publication: 20.01.2016 Bull. № 2

Mail address:

190031, Sankt-Peterburg, Moskovskij pr., 9, FGBOU  
VPO PGUPS, patentnyj otdel

(72) Inventor(s):

Svatovskaja Larisa Borisovna (RU),  
Starchukov Dmitrij Sergeevich (RU),  
Jurov Oleg Valer'evich (RU),  
Soloveva Valentina Jakovlevna (RU),  
Sycheva Anastasija Maksimovna (RU),  
Mandritsa Dmitrij Petrovich (RU),  
Kabanov Aleksandr Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Peterburgskij  
gosudarstvennyj universitet putej soobshchenija  
Imperatora Aleksandra I" (RU)

(54) **HIGH-STRENGTH CONCRETE**

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: high-strength concrete, produced from the mixture, containing portland cement, sand, crushed stone, water and complex additive, consisting of liquid sodium glass with the density  $\rho=1.45 \text{ g/cm}^3$ , hydrogen index  $\text{pH}=12.0$  and iron hydroxide sol (III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , with the density  $\rho=1.021 \text{ g/cm}^3$  and hydrogen index  $\text{pH}=4.5-5.5$ , at the following ratio of components,

wt %: 84.00-85.50 and 14.50-16.00 accordingly, at the following ratio of the mixture components, wt %: portland cement 19.50-26.65; sand with the modulus of fineness  $M_f=2.1$  21.80-24.70; crushed stone of fraction 5-10 mm 42.40-44.50; specified additive 1.75-2.25; water 7.40-9.05.

EFFECT: reduced water absorption of concrete.  
1 tbl

R U 2 5 7 3 5 0 3 C 1

R U 2 5 7 3 5 0 3 C 1

Изобретение относится к строительным материалам и может быть использовано для изготовления изделий из бетона в гражданском и промышленном строительстве, а также при возведении сооружений специального назначения.

Известна сырьевая смесь для изготовления высокопрочного бетона (Баженов Ю.М. Технология бетона. Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), Москва, 2002 г., 377 с.), содержащая портландцемент, кремнеземсодержащий компонент, песок, щебень, силикатную муку, добавку и воду.

Недостатком данного технического решения является повышенное значение водопоглощения бетона.

Известна сырьевая смесь для изготовления высокопрочного бетона (RU №2256629, С04В 28/04, дата публ. 20.07.2005 г.), содержащая: портландцемент, песок, щебень, кремнеземсодержащий компонент, представленный золам  $H_2SiO_3$  с плотностью  $\rho=1,014$  г/см<sup>3</sup>, рН=5-6, добавку «ДЭЯ-М» и воду.

Недостатком данного технического решения является повышенное значение водопоглощения бетона.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является высокопрочный бетон (RU №2256630, С04В 28/04, дата публ. 20.07.2005 г.), содержащий: портландцемент, песок, щебень, кремнеземсодержащий компонент, представленный золам  $H_2SiO_3$  с плотностью  $\rho=1,014$  г/см<sup>3</sup>, рН=5-6, добавку - калий железистосинеродистый  $K_4Fe(CN)_6$  и воду при следующем соотношении компонентов, мас. %:

25	Портландцемент	43,58-47,08
	Песок	14,43-15,69
	Щебень	25,70-27,84
	Кремнеземсодержащий компонент, представленный золам $H_2SiO_3$ с плотностью $\rho=$ 1,014 г/см <sup>3</sup> , рН=5-6	0,25-0,27
30	Добавка - калий железистосинеродистый $K_4Fe(CN)_6$	0,44-0,47
	Вода	12,10-12,15

Недостатком данного технического решения является повышенное значение водопоглощения бетона.

Задачей, на решение которой направлено изобретение, является уменьшение водопоглощения бетона.

Поставленная задача достигается тем, что высокопрочный бетон, полученный из смеси, содержит портландцемент, песок с модулем крупности  $M_k=2,1$ , щебень фракции 5-10 мм, воду и комплексную добавку, которая состоит из жидкого натриевого стекла с плотностью  $\rho=1,45$  г/см<sup>3</sup>, водородным показателем рН=12,0 и золь гидроксида железа (III)  $Fe(OH)_3$  с плотностью  $\rho=1,021$  г/см<sup>3</sup> и водородным показателем рН=4,5-5,5, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

45	Жидкое натриевое стекло плотностью 1,45 г/см <sup>3</sup> , водородным показателем рН=12,0	84,00-85,50
	Золь гидроксида железа (III) $Fe(OH)_3$ с плотностью $\rho=1,021$ г/см <sup>3</sup> , водородным показателем рН=4,5-5,5	14,5-16,00

При следующем соотношении компонентов сырьевой смеси, мас. %:

Портландцемент	19,50-26,65
Указанный песок	21,80-24,70
Указанный щебень	42,40-44,50
Указанная добавка	1,75-2,25
Вода	7,40-9,05

5

10

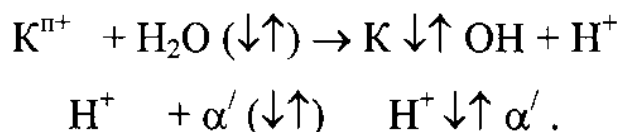
15

Долговечный высокопрочный бетон должен быть непроницаемым к внешним воздействиям, что достигается повышением его плотности. Проникание в бетон жидких веществ различной степени агрессивности определяется проницаемостью бетона, которая является одной из его важных характеристик. В недостаточно плотном железобетоне проникание влаги и воздуха вызывает коррозию арматуры, которая увеличивается в объеме и, как следствие, приводит к растрескиванию и разрушению защитного слоя бетона в конструкции. Движение воды сквозь толщу бетона обуславливается не только давлением, но и градиентом влажности на противоположных поверхностях бетона, т.е. осмотическим эффектом.

20

Золь гидроксида железа (III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  с плотностью  $\rho=1,021 \text{ г/см}^3$  и водородным показателем  $\text{pH}=4,5-5,5$  имеет коллоидную частицу с положительным зарядом, что способствует усилению гидратационных процессов в твердеющей системе. Наличие акцепторных орбиталей у вводимых коллоидных частиц с положительным зарядом способствует взаимодействию их с молекулами воды и повышению концентрации протонов в системе, которые будут взаимодействовать с основными центрами поверхности цемента  $\alpha'$  по Льюису:

25



30

Представленные схемы указывают на увеличение гидратационной активности цемента в присутствии золя гидроксида железа (III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Наличие золя гидроксида железа (III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  в твердеющей системе способствует образованию гидросиликатов волокнистой структуры типа CSH (I), и, как следствие, их присутствие повышает плотность бетона.

35

Кроме того, золь гидроксида железа (III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  оказывает пластифицирующее действие на цементную смесь, уменьшая количество воды затворения на 10%, при этом он способствует формированию плотной структуры, обеспечивая также повышение прочности при сжатии, на растяжение при изгибе и ударной прочности изготавливаемого бетона.

40

Жидкое натриевое стекло с плотностью  $1,45 \text{ г/см}^3$  по ГОСТ 13078-81 в сочетании с золем золя гидроксида железа (III) с плотностью  $\rho=1,021 \text{ г/см}^3$  и водородным показателем  $\text{pH}=4,5-5,5$  дает сверхсуммарный эффект, который выражается в образовании тоберморитоподобных гидросиликатов и, как следствие, получении высокопрочного бетона с повышенной плотностью по водопоглощению по сравнению с прототипом.

45

На дату подачи заявки, по мнению авторов и заявителя, заявляемый высокопрочный бетон не известен и данное техническое решение обладает мировой новизной.

По мнению авторов и заявителя, заявляемое изобретение соответствует критерию охраноспособности - изобретательский уровень.

Заявляемое изобретение промышленно применимо и может быть использовано в гражданском и промышленном строительстве, а также при возведении сооружений специального назначения.

5 Готовят золь гидроксида железа (III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  следующим образом: к  $100 \text{ см}^3$  кипящей воды прибавляют 3-4 капли насыщенного раствора  $\text{FeCl}_3$ . При этом энергично протекает гидролиз хлорида железа и появляющиеся молекулы гидроксида железа конденсируются в коллоидные частицы. Образующийся золь гидроксида железа имеет вишнево-коричневый цвет [Барвинок М.С., Гарбудова Т.Ф. Коллоиды. Л.: ЛИИЖТ, 1970. - 16 с.; Коровин Н.В. Общая химия. М.: Высшая школа, 2000. - 558 с.]

10 Готовят сырьевую смесь следующим образом: на месте работ заводское растворимое жидкое натриевое стекло разбавляется водой до нужной концентрации, а именно до нормального жидкого натриевого стекла с плотностью  $1,45 \text{ г/см}^3$  по ГОСТ 13078-81.

15 Затем отдозированный золь гидроксида железа (III)  $\{m\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{Fe}^{+3} \cdot (3n-x) \cdot \text{Cl}^{-1}\}^{+x} \dots \text{Cl}^{-1}$  [Барвинок М.С., Гарбудова Т.Ф. Коллоиды. Л.: ЛИИЖТ, 1970. - 16 с.; Коровин Н.В. Общая химия. М.: Высшая школа, 2000. - 558 с.] помещают в отдозированное жидкое стекло. Отодозированные компоненты сырьевой смеси: портландцемент М400, песок с модулем крупности 2,1, щебень фракции 5-10 мм и воду, содержащую отдозированную добавку, помещают в бетоносмеситель, где осуществляется перемешивание компонентов и приготовление бетонной смеси, из которой изготавливают требуемые бетонные изделия и образцы для контроля качества по параметрам плотности по водопоглощению.

25 Твердение бетона осуществлялось в нормальных условиях и результаты испытаний, согласно ГОСТ 12730.3-78 «Метод определения водопоглощения», представлены в таблице.

Анализ данных, представленных в таблице, показывает, что предлагаемый высокопрочный бетон по данному изобретению характеризуется уменьшенным водопоглощением на 8% и составляет значение 1,6% по сравнению с прототипом.

Таблица

№ образца	Состав высокопрочного бетона, мас. %									Показатели качества бетона				
	Портландцемент М400	Заполнитель		Количество комплексной добавки					Вода	В/Ц	Плотность по водопоглощению, %			Среднее значение плотности по водопоглощению в проектном возрасте 28 суток, % / относительные %
		Песок с модулем крупности 2,1	Щебень фракции 5-10 мм	Золь метакремниевой кислоты $\text{H}_2\text{SiO}_3$ с плотностью $\rho = 1,014 \text{ г/см}^3$ , водородным показателем $\text{pH} = 5-6$	Калий железистосинеродистый $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	Золь гидроксида железа (III) с плотностью $\rho = 1,021 \text{ г/см}^3$ и водородным показателем $\text{pH} = 4,5-5,5$	Жидкое натриевое стекло с плотностью $\rho = 1,45 \text{ г/см}^3$ , водородным показателем $\text{pH} = 12$	Общее количество, %			1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 контрольный	45,330	15,060	26,770	-	-	-	-	-	12,840	0,28	3,7	3,7	3,8	3,7 / 100
2 прототип	45,330	15,060	26,770	0,260	0,455	-	-	0,715	12,125	0,27	1,9	2,0	1,9	1,9 / 51
3	19,500	24,700	44,500	-	-	16,000	84,000	2,250	9,050	0,46	1,6	1,7	1,7	1,7 / 46
4	23,050	23,250	43,450	-	-	15,250	84,750	2,000	8,250	0,36	1,6	1,7	1,6	1,6 / 43
5	26,650	21,800	42,400	-	-	14,500	85,500	1,750	7,400	0,28	1,7	1,7	1,6	1,7 / 46

## Формула изобретения

Высокопрочный бетон, полученный из смеси, содержащей портландцемент, песок, щебень, воду и комплексную добавку, отличающийся тем, что смесь для высокопрочного бетона содержит песок с модулем крупности  $M_k=2,1$ , щебень фракции 5-10 мм, комплексную добавку, состоящую из жидкого натриевого стекла с плотностью  $\rho=1,45$  г/см<sup>3</sup>, водородным показателем  $pH=12,0$  и золя гидроксида железа (III)  $Fe(OH)_3$  с плотностью  $\rho=1,021$  г/см<sup>3</sup> и водородным показателем  $pH=4,5-5,5$ , при следующем соотношении компонентов, мас. %:

Жидкое натриевое стекло	
плотностью 1,45 г/см <sup>3</sup> ,	
водородным показателем $pH=12,0$	84,00-85,50
Золя гидроксида железа (III) $Fe(OH)_3$	
с плотностью $\rho=1,021$ г/см <sup>3</sup> ,	
водородным показателем $pH=4,5-5,5$	14,5-16,00

при следующем соотношении компонентов смеси, мас. %:

Портландцемент	19,50-26,65
Указанный песок	21,80-24,70
Указанный щебень	42,40-44,50
Указанная добавка	1,75-2,25
Вода	7,40-9,05